



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**EVALUACIÓN FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL  
AGUA DE LA JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA  
SAN MIGUELITO, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA**

Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:

**BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTORA:**

**DEISY LUCIA TENELEMA LAGUA**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2017**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**EVALUACIÓN FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL  
AGUA DE LA JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA  
SAN MIGUELITO, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA**

Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:

**BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTORA: DEISY LUCIA TENELEMA LAGUA**

**TUTOR: DR. CARLOS ESPINOZA**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2017**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: EVALUACIÓN FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE LA JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA SAN MIGUELITO, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, de responsabilidad de la señorita Deisy Lucia Tenelema Laguna, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Carlos Espinoza

**DIRECTOR DE TRABAJO**

**DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lic. Mario Vilcacundo

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**©2017, Deisy Lucia Tenelema Laguna**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

.....

Deisy Tenelema

Yo, Deisy Lucia Tenelema Lagua soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Deisy Lucia Tenelema Lagua

## **DEDICATORIA**

Para mi querida madre María Tenelema por ser el pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, comprensión, oportunidad, recursos para lograrlo y sobre todo su amor en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi querido José que a pesar de las circunstancias y diferencias que hemos tenido has estado presente apoyándome, dándome consejos, motivándome para que siga cumpliendo mis metas; siempre ocuparás un lugar muy importante en mi corazón.

A mis amigos Luis, Karina, Johanna, Cristina P., Germania, Cristina C. y Andy; con quienes he compartido fabulosos momentos que hicieron de esta experiencia una de las más especiales y divertidas.

Deisy

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mi madre por su inmenso amor que con su demostración de ser una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis grandes amigas Señora Xime y Guadalupe quienes con sus consejos y amistad me ayudaron a no desmayar en mi afán de superación.

A mis queridos padrinos Padre Pepe y Madre Narcisa gracias a sus enseñanzas y sabiduría me han guiado a ser mejor persona.

A la ESPOCH y a la Escuela de Bioquímica y Farmacia que han sido mi templo donde he adquirido mis conocimientos para desarrollarme en mi profesión.

Para la Dra. Gina Álvarez encargada del Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias; junto a sus equipos de trabajo por ayudarme permanentemente con sus conocimientos e instalaciones.

A mis maestros, en especial al Dr. Carlos Espinoza y el Lic. Mario Vilcacundo por su tiempo, asesoramiento y colaboración en la dirección de este Proyecto de Tesis.

Deisy

# TABLA DE CONTENIDO

## PORTADA

CERTIFICACIÓN.....	i
--------------------	---

COPYRIGHT.....	ii
----------------	----

DERECHO DE AUTOR.....	iii
-----------------------	-----

DEDICATORIA.....	iv
------------------	----

AGRADECIMIENTOS.....	v
----------------------	---

RESUMEN.....	xii
--------------	-----

SUMMARY .....	xiii
---------------	------

INTRODUCCIÓN .....	1
--------------------	---

## CAPÍTULO I

1	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
---	--------------------------------	---

1.1	Marco Filosófico o epistemológico de la investigación .....	2
-----	---	---

1.2	Antecedentes de la investigación.....	3
-----	---------------------------------------	---

1.3	Bases Teóricas .....	4
-----	----------------------	---

1.3.1	Agua .....	4
-------	------------	---

1.3.2	Agua subterránea .....	5
-------	------------------------	---



1.3.3	Agua potable.....	6
1.3.4	Calidad del agua .....	6
1.3.4.1	Calidad física .....	7
1.3.4.2	Calidad Química .....	9
1.3.4.3	Calidad Microbiológica .....	15
1.3.4.4	Filtración de membrana, Cuantificación de coliformes fecales.....	17

## **CAPÍTULO II**

2	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>18</b>
2.1	Población de estudio y localización de los puntos de muestreo .....	18
2.2	Flujograma de trabajo.....	19
2.3	Identificación y Codificación .....	21
2.3.1	Técnica de muestreo .....	22
2.4	Análisis de muestras .....	23
2.4.1	Análisis físico .....	23
2.4.1.1	Determinación de pH, temperatura, conductividad, solidos totales disueltos .....	23
2.4.1.2	Determinación del color .....	24
2.4.1.3	Determinación de turbiedad.....	24
2.4.2	Análisis químico .....	24
2.4.2.1	Determinación del cloro libre residual .....	24
2.4.2.2	Determinación de dureza .....	25
2.4.2.3	Determinación de hierro total .....	25
2.4.2.4	Determinación de nitratos.....	25
2.4.2.5	Determinación de nitritos .....	26

2.4.2.6	Determinación de sulfatos .....	26
2.4.2.7	Determinación de fosfatos .....	27
2.4.2.8	Determinación de manganeso.....	27
2.4.2.9	Determinación de flúor .....	27
2.4.2.10	Determinación de amoníaco .....	28
2.4.3	Análisis microbiológico.....	28
2.4.3.1	Determinación de Coliformes totales y fecales por el método placa <b>Petrifilm<sup>TM</sup></b> .	28
2.4.3.2	Determinación de Coliformes totales y fecales por el método filtración por membrana .....	29

### CAPÍTULO III

3	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
3.1	Análisis, interpretación y discusión de resultados .....	31
3.1.1	Análisis físico del agua.....	31
3.1.1.1	Análisis del parámetro pH según muestras analizadas .....	31
3.1.1.2	Análisis del parámetro color según muestras analizadas.....	33
3.1.1.3	Análisis del parámetro turbiedad según muestras analizadas .....	35
3.1.1.4	Análisis del parámetro sólidos totales disueltos según muestras analizadas .....	37
3.1.1.5	Análisis del parámetro conductividad según muestras analizadas .....	38
3.1.2	Análisis químicos del agua .....	40
3.1.2.1	Análisis del parámetro cloro libre residual según muestras analizadas .....	40
3.1.2.2	Análisis del parámetro dureza según muestras analizadas .....	42
3.1.2.3	Análisis del parámetro hierro total según muestras analizadas .....	44
3.1.2.4	Análisis del parámetro nitratos según muestras analizadas .....	46

3.1.2.5	Análisis del parámetro nitritos según muestras analizadas.....	48
3.1.2.6	Análisis de parámetro sulfatos según muestras analizadas.....	50
3.1.2.7	Análisis del parámetro fosfatos según muestras analizadas .....	51
3.1.2.8	Análisis del parámetro manganeso a partir de valores de manganeso.....	53
3.1.2.9	Análisis del parámetro flúor según muestras analizadas .....	55
3.1.2.10	Análisis del parámetro amoníaco según muestras analizadas .....	57
3.1.3	Análisis microbiológico del agua .....	58
3.1.3.1	Análisis de coliformes totales .....	59
3.1.3.2	Análisis de coliformes fecales .....	61
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>65</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1</b>	Requisitos físicos y químicos del agua potable .....	1414
<b>Tabla 2-1</b>	Requisitos microbiológicos.....	1515
<b>Tabla 1-2</b>	Cronograma de Muestreo para Análisis Físico-Químico y Microbiológico.....	21
<b>Tabla 1-3</b>	Datos estadísticos a partir de pH.....	3131
<b>Tabla 2-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de color .....	3333
<b>Tabla 3-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de turbiedad .....	3535
<b>Tabla 4-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de sólidos totales disueltos .....	3737
<b>Tabla 5-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de conductividad.....	3838
<b>Tabla 6-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de cloro libre residual .....	4040
<b>Tabla 7-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de dureza.....	4242
<b>Tabla 8-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de hierro total.....	4444
<b>Tabla 9-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de nitrato.....	4646
<b>Tabla 10-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de nitritos .....	4848
<b>Tabla 11-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de sulfatos.....	5050
<b>Tabla 12-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de fosfatos.....	5151
<b>Tabla 13-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de manganeso .....	5353
<b>Tabla 14-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de flúor .....	5555
<b>Tabla 15-3</b>	Datos estadísticos a partir de valores de amoníaco.....	5757
<b>Tabla 16-3</b>	Datos estadísticos a partir del conteo de coliformes totales.....	5959
<b>Tabla 17-3</b>	Datos estadísticos a partir del conteo de coliformes fecales .....	6161

## INDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1-2</b>	Diagrama de flujo del procedimiento de análisis.....	20
<b>Gráfica 1-3</b>	Dispersión lineal del parámetro pH .....	32
<b>Gráfica 2-3</b>	Dispersión lineal del parámetro color.....	34
<b>Gráfica 3-3</b>	Dispersión lineal del parámetro turbiedad .....	36
<b>Gráfica 4-3</b>	Dispersión lineal del parámetro sólido totales disueltos.....	37
<b>Gráfica 5-3</b>	Dispersión lineal del parámetro conductividad .....	39
<b>Gráfica 6-3</b>	Dispersión lineal del parámetro cloro libre residual .....	41
<b>Gráfica 7-3</b>	Dispersión lineal del parámetro dureza .....	43
<b>Gráfica 8-3</b>	Dispersión lineal del parámetro hierro total .....	45
<b>Gráfica 9-3</b>	Dispersión lineal del parámetro nitratos .....	47
<b>Gráfica 10-3</b>	Dispersión lineal del parámetro nitritos.....	49
<b>Gráfica 11-3</b>	Dispersión lineal del parámetro sulfatos.....	50
<b>Gráfica 12-3</b>	Dispersión lineal del parámetro fosfatos .....	52
<b>Gráfica 13-3</b>	Dispersión lineal del parámetro manganeso .....	54
<b>Gráfica 14-3</b>	Dispersión lineal del parámetro flúor .....	56
<b>Gráfica 15-3</b>	Dispersión lineal del parámetro amoníaco.....	57
<b>Gráfica 16-3</b>	Dispersión lineal a partir del conteo de coliformes totales .....	60
<b>Gráfica 17-3</b>	Dispersión lineal a partir del conteo de coliformes fecales .....	62

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad físico, químico y microbiológico del agua de consumo humano de la parroquia San Miguelito, Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua, durante el período enero-febrero 2017, estableciendo tres muestreos en trece puntos, donde se recolectó las muestras correspondientes al Río Pucahuayco, Vertientes-sixe1 y sixe2, Rompe Presión San Jacinto del agua que proviene del río, tanque de captación llegada del río, tanque de captación llegada de las vertientes, salida de las bandejas, canaleta parshall, tanque de almacenamiento del agua potable, salida del agua potable, redes de distribución norte, centro y sur. Los procedimientos se llevaron a cabo siguiendo los parámetros descritos en la norma NTE INEN 2176 (1998) “Agua. Calidad de Agua. Muestreo. Técnicas de muestreo”. Se determinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos como: pH, color, turbiedad, sólidos totales disueltos, conductividad, cloro libre residual, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, sulfatos, fosfatos, manganeso, flúor amoníaco, coliformes totales y fecales, que exige la norma NTE INEN 1108:2014 “Agua potable. Requisitos”; usando un total de 39 muestras para los análisis físico-químicos y 78 para el análisis microbiológico. Se demostró que el agua de consumo de la parroquia San Miguelito no cumple con los límites permisibles para fosfatos y amoníaco en la normativa antes mencionada; se apreció una disminución del color después de pasar por la canaleta parshall, donde se añade Policloruro de Aluminio. El cloro se reduce después de salir de la planta potabilizadora, en el transcurso a los domicilio. Se apreció crecimiento de coliformes totales y fecales en los puntos previos al tratamiento convencional. Después del tratamiento de potabilización en las muestras analizadas no se evidenció presencia de microorganismos cumpliendo con lo estipulado en la normativa INEN 1108. Se concluye que el agua de la parroquia San Miguelito no es apta para el consumo humano; recomendando a la parroquia San Miguelito utilizar un filtro lento con carbón activado y cambiar el floculante usado por Chemfloc.

**Palabras claves:** <NORMATIVA TÉCNICA (INEN)>, <CALIDAD DEL AGUA>, <CANALETA PARSHALL>, <FLOCULANTE (CHEMFLOC)>, <MICROBIOLOGÍA DEL AGUA>, <CONTAMINACIÓN MICROBIANA>, <BIQUÍMICA Y FARMACIA>, < SAN MIGUELITO (PARROQUIA)>, < PÍLLARO (CANTÓN)>.

## SUMMARY

The proposal of this investigation was to evaluate the physical, chemical and microbiological quality of water for human consumption in San Miguelito town, Canton Pillaro, Tungurahua Province during the period January-February 2017, establishing three samples in thirteen points, where the correspondent were collected from Pucuhuayco River, Shed-size1 and size2, Pressure Break San Jacinto from the river water, catchment tank arrived from the river, catchment tank arrived from the sheds, exit of trays, parshall channel, potable water storage tank, outlet of drinking water, and north, center and south distribution networks. The procedues were carried out following the parameters described in the Norm NTE INEN 2176 (1998) “Water, Quality of Water, Sampling and Sampling Techniques”. Physical, chemical and microbiological parameters were determined such as: pH, color, turbidity, dissolved solids, conductivity, residual free chlorine, hardness, total iron, nitrates, nitrites, sulphates, phosphates, manganese, fluorine, ammonia, total and fecal coliforms, that Norm NTE INEN 1108:2014 requires, for drinking water, by using a total of 39 samples for physical-chemical analyses and 78 for microbiological analysis. It was shows that drinking water of San Miguelito tows does not have the allowable limits for phosphate and ammonia in the aforementioned regulations; an appreciation of color is appreciated after passing through the parshall channel, where Aluminum Polychloride is added. Chlorine is reduced after leaving the water treatment plant, in the course of the homes. The growing of total and fecal coliforms was observed at the points previous to the conventional treatment. After the treatment of purification in the sample analyzed, it was not evident the presence of microorganisms complying with the INEN 1108 standard. It is concluded that the water of San Miguelito tows is not suitable for human consumption; it is recommended that the town can use a slow activated charcoal filter and change the flocculent used by Chemfloc.

**Keywords:** <TECHNICAL REGULATIONS (INEN)>, <WATER QUALITY>, <PARSHALL CHANNEL>, <FLOCCULENT (CHEMFLOC)>, <WATER MICROBIOLOGY>, <MICROBIAL POLLUTION>, <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY>, <SAN MIGUELITO (TOWN)>, <PILLARO (CANTON)>.

## INTRODUCCIÓN

Según la OMS el agua es considerada como esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. (OMS, 2015, <http://www.who.int/topics/water/es>)

Los agentes patógenos y químicos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial, por la prevalencia de enfermedades relacionadas con la calidad del agua. En la mayoría de los países, los principales riesgos asociados al consumo de agua contaminada están relacionados con microorganismos. Aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las funciones en los países en desarrollo tienen por causa el consumo de agua contaminada. (ARBOLEDA, Jorge, 1999, pp. 44-56)

Por ser parte fundamental para el consumo humano el agua debe estar libre de microorganismos patógenos de minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Estas son las razones por las que se efectuó la presente investigación para evaluar los índices de calidad de toda la red de agua potable de la parroquia de San Miguelito, la evaluación se realizó desde las vertientes hasta los domicilios de los consumidores.

Entre los parámetros químicos se analizó: cloro, dureza, hierro, nitratos, nitritos, sulfatos, fosfatos, manganeso, flúor y amoníaco. Los parámetros físicos analizados son: pH, color, turbiedad, temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad. Parámetros microbiológicos coliformes totales y fecales. Todos los parámetros mencionados estarán regidos bajo la exigencia en la normativa NTE INEN 1108:2014.

Se realiza los análisis con el fin de verificar si el agua es apta o no para el consumo humano, determinar las causas de la mala calidad de la misma, plantear soluciones a los problemas; con el propósito de garantizar a la comunidad de San Miguelito que el agua que ellos consumen es segura y de calidad.



## **CAPÍTULO I**

### **1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **1.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación**

El agua siendo el líquido más importante para vida de todos los seres vivos, y un constituyente fundamental para el desarrollo social, político, ambiental y económico de los pueblos, se realizó el estudio de la calidad físico, químico y microbiológico del agua de la junta de agua potable de la parroquia San Miguelito, perteneciente al cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.

Asegurar la calidad suficiente del agua potable es de gran importancia para el bienestar y la prosperidad pública, se podrá comprobar si el agua que consume la parroquia de san Miguelito es inocua o no, si no lo es se buscará alternativas para mejorar su calidad. Utilizando como normativa referencial la NTE INEN 1108:2014; se enfoca en los análisis físico, químicos y microbiológicos del agua potable, y con la información que se obtendrá de estos estudios permitirá verificar si el agua podría ser un vector de infecciones para las personas que lo consumen.

Para realizar el estudio se inició posteriormente con una encuesta a una ejemplar población de la localidad, el cual constaba la opinión de las personas acerca de la calidad de agua potable que consumen; los resultados obtenidos indicaban que la mayoría no está conforme con la calidad de agua, debido a que esta al llegar a sus hogares no es totalmente transparente, presentan impurezas claramente observables y su consumo les ha ocasionado ciertos problemas de salud, además que al no ser segura procedían a comprar agua embotellada para el consumo.

Debido a lo expuesto por los consumidores encuestados se ve la necesidad de realizar el control de calidad del agua ya que a través de estos análisis se podrá evidenciar si cumple con los parámetros establecidos por la normativa anteriormente mencionada y en caso de no cumplir examinar el origen del posible contaminante y buscar una adecuada solución.

## **1.2 Antecedentes de la investigación**

En todo el mundo se ha realizado diversos análisis y evaluación de la calidad microbiológica, física-química del agua, sobretodo de las aguas subterráneas las cuales son captadas para su consumo previo a una serie de tratamientos que se le realiza garantizando la inocuidad de esta.

La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo han quedado manifestados en documentos finales de foros internacionales sobre políticas, relacionadas principalmente a la salud, como la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud que se realizó en Alma Ata, Kazajstán ex Unión Soviética en el año de 1978; sobre el agua la Conferencia Mundial sobre Agua de Mar del Planeta en Argentina en 1977, el cual se dio inicio al Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental. (1) (OMS, 2003, <http://www.who.int.pdf>.)

En Islandia se realizó el estudio químico de la calidad del agua potable, del cual se evaluó mediante el análisis sistemático de los resultados con valores paramétricos, requisitos mínimos de muestreo y límite de detección; analizándose 345 muestras de 79 acuíferos. El agua potable de esta localidad se considera una fuente de contaminación de origen antropogénico siendo rica en aguas subterráneas, para su consumo se las filtra y desinfectan con tratamientos UV; se evaluaron 36 parámetros los cuales cumplen un 99% la calidad química del agua potable con pocos incidentes de incumplimiento, de acuerdo con lo especificado en la Regulación del agua potable Islandés. (2) (Gunnarsdottir, María y otros, 2016, pp.127)

Honduras en la microcunca El Limón el 2005, se efectuó el estudio socio ambiental de la calidad del agua para consumo humano midiendo parámetros bacteriológico, físicos y químicos del agua que la población consume; donde la calidad del agua se ve afectada por la sedimentación, turbidez y en el análisis bacteriológico se identificó coliformes fecales causadas por la contaminación biológica. (3) (CATIE, 2005, <http://orton.catie.ac.cr.pdf>.)

En Cuenca 2012, se ejecutó el estudio microbiológico y físico- químico realizado en la planta de potabilización del cantón Santa Isabel; evidenciando que el agua que consume dicha población no cumple con los parámetros establecidos por la normativa INEN 1108-2006, en donde se analizaron alrededor de 84 muestras identificando en agua cruda y potabilizada la presencias de agentes patógenos que son los coliformes fecales, así también para los análisis físico-químico con niveles inferiores a los parámetros establecidos como es el cloro libre

residual, turbidez y color, que se debe corregir para mejorar la calidad del agua. (4) (TACURI José & VINTIMILLA Oscar, 2012, [dspace.ucuenca.edu.ec/1/tq914.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/1/tq914.pdf).)

### **1.3 Bases Teóricas**

#### **1.3.1 Agua**

Es una combinación sencilla formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno a través de un enlace covalente polar que permite establecer puentes de hidrogeno, conforma el líquido más abundante y necesario para el planeta Tierra ya que sirve como vehículo para que ocurra las reacciones bioquímicas que hace posible el desarrollo de la vida, y en la biosfera lo podemos encontrar en tres estados físicos que son sólido, líquido y gaseoso. (5) (6) (MAYORGA Laura, 2015, pp. 1-90.) (SANTAFÉ Marta, 2009, pp. 1-80.)

Es un recurso indispensable para el desarrollo del ser humano y los demás seres vivos, la podemos encontrar en diferentes tipologías como superficiales, subterráneas, marinas y oceánicas por ser de origen natural; dependiendo del ecosistema entre ellos páramos, bosques y humedales el agua desempeña diversas funciones indispensables para la supervivencia de la población. (7) (DÍAS Angélica, 2009, pp. 1-11.)

El cuerpo humano al nacer tiene un 75% de agua y en la edad adulta un 60%, se encuentra distribuida extracelular e intracelular del peso corporal total siendo importante para los procesos fisiológicos de digestión, absorción y eliminación de desechos; también actúa como transporte de nutrientes y sustancias corporales indispensables para nuestro organismo además es importante para el mantenimiento de la temperatura corporal. (8) (IGLESIAS C., 2011, pp.1-26.)

El agua es esencial para la vida del ser humano por lo tanto se la debe conservar limpia libre de contaminantes, además es un recurso natural para bien económico y social de las necesidades básicas humanas y algunas actividades productivas como la agricultura y la industria que ayudan al desarrollo de los países. (7) (DÍAS Angélica, 2009, pp. 1-11.)

### **1.3.2 Agua subterránea**

Las aguas subterráneas están situadas bajo el nivel freático encontrándose saturadas por poros y fisuras del terreno que pueden formar acuíferos, fluye naturalmente hacia la superficie a través de caudales fluviales, manantiales, área de rezume o directamente al mar y de forma artificial a galerías, pozos o distintos tipos de captaciones que realiza el hombre para su beneficio. (9) (LÓPEZ Juan, 2009, pp.14-20.)

A nivel mundial representan el 96% de agua dulce del planeta, cumpliendo varias funciones en el medio ambiente y para las diferentes actividades que realiza el humano así como; del 25-40% es específicamente para agua potable de esta manera se distribuye a diferentes partes de la población y el 60% de esta agua lo utilizan en la agricultura, siendo las aguas subterráneas una fuente importante para el desarrollo de la sociedad. (10) (ORDOÑEZ Juan, CASAVARDE Miriam, NOVOA Zaniel, 2011, pp. 12-22.)

#### **Composición Natural de las aguas subterráneas**

El agua por lo general es un disolvente universal y más aún las aguas subterráneas debido a que ellas se encuentran en mayor contacto con las formaciones geológicas por donde se trasladan, constantemente en presencia de dióxido de carbono, oxígeno disuelto en agua y la velocidad con la que transcurre presentan mayor cantidad iónica en comparación con la escorrentía superficial, y se pueden modificar debido a causas naturales o factores antrópicos. (9) (LÓPEZ Juan, 2009, pp. 14-20.)

En las sustancias disueltas se encuentra mayoritariamente iones catiónicos como calcio, sodio, potasio, magnesio y los iones aniones como bicarbonatos, sulfatos, nitrato y cloruros, dependiendo de la cantidad de iones el pH del agua subterránea varía entre 6,5 a 8; y en función de la concentración de las sustancias disueltas se las puede clasificar como dulces entre 1000 y 2000mg/L s.d., salobres hasta 5000mg/L s.d. y saladas hasta 40000mg/L s.d... (9) (LÓPEZ Juan, 2009, pp. 14-20.)

### **1.3.3      *Agua potable***

La norma INEN 1108:2014, quinta revisión, define al agua potable de la siguiente manera: “El agua potable es el agua cuya características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano.” (11) (CARPIO Marcelo, 2014, <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nre/1108-5.pdf>.)

El agua potable es aquella que la podemos consumir sin peligro para la salud, es garantizada por autoridades que siguen normativas de calidad que se rigen en todos los países del mundo y para que el agua cumpla con los parámetros debe pasar por un proceso de potabilización, de esta manera se garantizara que el agua puede estar libre de contaminantes. (12) (FERNANDEZ Cirelli, 2012, pp. 3-11.)

### **1.3.4      *Calidad del agua***

El control de la calidad del agua puede definirse como “el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población cumpla con la legislación”. (13) (ROJAS Ricardo, 2002, pp. 2-79.)

Depende de factores naturales y la intervención humana para que el agua sea confiable en su consumo, la calidad se determina por los procesos atmosféricos, erosión del substrato mineral y procesos biológicos que ocurren en el medio acuático alterando su composición; estas alteraciones se debe al crecimiento de la población, actividades agrícolas, industriales y cambios climáticos que pueden cambiar la composición del agua. (14) (ROMERO Jaime, 1999, pp. 31-32.)

Con el fin de garantizar la inocuidad del agua, se debe realizar un proceso de limpieza y mantenimiento en las fuentes; además efectuar análisis físico, químicos y microbiológicos, sistemáticos y periódicos en el abastecimiento de agua potable, que permitan garantizar la calidad del agua antes y después de la inspección sanitaria, usando como base la buenas prácticas operativas enmarcadas en las normativas vigentes. (15) (VARGAS Carne, ROJAS Ricardo, CASAS Joseli, 2002, pp. 65-82.)

Realizando los análisis que se describe en la norma INEN 1108:2014 se podrá obtener agua de calidad, asegurando al consumidor que no habrá la presencia de compuestos físicos, químicos

perjudiciales y garantizará la ausencia de microorganismos patógenos para la salud; además se colabora en la reducción de la mortalidad y morbilidad de enfermedades transmitidas por vía hídrica. (13) (ROJAS Ricardo, 2002, pp. 2-79.)

#### **1.3.4.1    *Calidad física***

La norma NTE INEN 1108:2014 para la calidad del agua potable indica los siguientes parámetros físicos de análisis: turbidez, color, pH, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, sabor y olor.

##### **1.3.4.1.1    *Turbidez***

Es la medida que causa un efecto óptico por la dispersión y absorción de rayos luminosos al atravesar una muestra de agua para medir el grado de transparencia, identificando la presencia de materiales insolubles en suspensión o partículas que se encuentran en el agua; estos contaminantes pueden ser un obstáculo para la eficacia de los tratamientos de desinfección y además ocasionan gustos y olores desagradables que afectan en la estética del agua. (16) (17) (CHARIGUAMÁN Nancy, 2011, [dspace.esPOCH.edu.ec/](https://dspace.esPOCH.edu.ec/).pdf.) (CLESCERI Lenore, 1992, pp. 22-26.)

El material suspendido que se encuentra disperso en el agua indica la presencia de materia inorgánica dividida (arcilla, arena, fango), materia orgánica, contaminación microbiana y organismos planctónicos; en el agua potable la transparencia es un parámetro importante para la aceptabilidad, por lo tanto debe estar exenta de contaminantes que vuelvan turbia al agua de consumo humano. (16) (17) (CHARIGUAMÁN Nancy, 2011, [dspace.esPOCH.edu.ec/](https://dspace.esPOCH.edu.ec/).pdf.) (CLESCERI Lenore, 1992, pp. 22-26.)

##### **1.3.4.1.2    *Color***

Se realiza el análisis en un espectrofotómetro midiendo la capacidad de absorber ciertas emisiones del espectro visible en unidades de Pt-Co (unidades Hazen), el color del agua normalmente es incolora, si existe una coloración esto se debe a la presencia de iones metálicos naturales que se encuentran en los suelos, así tenemos a la coloración amarilla que se debe al ácido húmico, el color rojo por la presencia de hierro y el negro por los iones manganeso. (16) (CHARIGUAMÁN Nancy, 2011, [dspace.esPOCH.edu.ec/](https://dspace.esPOCH.edu.ec/).pdf.)

En el agua se reconoce dos tipo de colores: la muestra que se le ha realizado un tratamiento previo eliminando la turbidez se lo denomina “color verdadero” y el que posee partículas suspendidas, disueltas y no ha sido sometido a ningún proceso de centrifugación se lo denomina “color aparente”; la intensidad que tenga el color va a estar estrechamente relacionado con el valor del pH. (18) (ROMERO Jairo, 2009, pp. 44-47.)

#### *1.3.4.1.3 Sabor y Olor:*

El agua es incolora, inodora e insípida por lo tanto si tiene un olor y sabor desagradable es de mala calidad se debe a la presencia de fenoles, cloro, ácido sulfhídrico, hidrocarburos, materia orgánica en descomposición o también puede ser emitidos por diferentes algas o hongos; el olor es un indicativo de que existe actividad biológica y en el caso del agua potable no debe tener ningún olor. (17) (19) (CLESCERI Lenore, 1992, pp. 22-26.) (REASCO Blanca y SAAVEDRA Brenda, 2010, repositorio.utn.edu.ec.pdf.)

#### *1.3.4.1.4 Temperatura:*

Es un parámetro físico que se lo determina por termometría “in situ”, de esta análisis depende los cambios que ocurren en la medición del pH y la conductividad debido a que el agua absorbe oxígeno y dióxido de carbono de la atmósfera puede acelerar o retardar las actividad biológica, ocurren reacciones química y bioquímicas dependiendo de la temperatura que se encuentre el agua. (17) (20) (CLESCERI Lenore, 1992, pp. 22-26.) (SEVERICHE, Carlos, CASTILLO Marlon y ACEVEDO Rosa, 2013, pp. 89-94.)

#### *1.3.4.1.5 pH*

Mide la concentración de iones hidronio que se encuentra en la disolución. Lo realiza con un equipo llamado pH-metro consta de un electrodo de vidrio que es sensible al ión de hidrogeno, generando una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución; este método se lo puede aplicar a cualquier tipo de agua. (20) (SEVERICHE, Carlos, CASTILLO Marlon y ACEVEDO Rosa, 2013, pp. 89-94.)

El pH del agua puede variar de 6,5 a 8, valores menores a 7 son aguas ácidas favoreciendo a la corrosión de las piezas metálicas que se encuentra en contacto con ellas, mientras que a un valor

mayor a 7 se las denominan básicas y pueden producir precipitación de sales insolubles (incrustaciones); estas variaciones de pH ocurre por alteraciones de la temperatura. (21) (AZNAR Antonio, 2015, <http://ocw.uc3m.es/ingenieriaquimica/.pdf>.)

#### **1.3.4.1.6 Conductividad**

Mide la capacidad que tiene el agua para conducir corriente eléctrica, esto se debe a la cantidad de iones disueltos va a depender de la concentración absoluta y relativa, movilidad y su valencia, viscosidad de la solución y a que temperatura se encuentre estas sustancias. Este parámetro se lo utiliza para obtener un valor estimado de sólidos disueltos que se encuentran en la muestra de agua. (18) (20) (ROMERO Jairo, 2009, pp. 44-47.) (SEVERICHE, Carlos, CASTILLO Marlon y ACEVEDO Rosa, 2013, pp. 89-94.)

#### **1.3.4.1.7 Sólidos totales disueltos**

Es un parámetro que se lo puede medir “in situ” va estar condicionado por la temperatura que se encuentra el medio acuoso, evalúa el contenido de materia suspendida y disuelta, mide el total de los residuos sólidos filtrables presente en el agua; los resultados fuera del rango de aceptabilidad afectan a los efluentes en cualquier forma y la calidad de la misma, provocando daños fisiológicos en el organismo del consumidor y una baja palatabilidad. (22) (20) (APHA, AWWA y WPCF, 1991, pp. 79-87.) (SEVERICHE, Carlos, CASTILLO Marlon y ACEVEDO Rosa, 2013, pp. 89-94.)

#### **1.3.4.2 Calidad Química**

El agua posee varios componentes químicos de origen natural e industrial que están relacionados con los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos, dependerá de la concentración en que se encuentren disueltos dentro de la constitución del agua para que cause algún daño en el organismo del consumidor. (23) (CANTER Larry, 1998, p. 154.)

Las aguas subterráneas son más contaminadas frecuentemente debido a la relación que existe entre la dinámica del flujo de agua, los diferentes asentamientos en que se encuentran estas aguas como en las zonas urbanas donde se realizan actividades agrícolas aledañas. (23) (CANTER Larry, 1998, p.154.)



#### 1.3.4.2.1 *Cloro libre residual*

La utilización de cloro es importante por su carácter oxidante ya que contribuye con la desinfección del agua; destruyendo o desactivando a los microorganismos causantes de enfermedades producidas por la ingesta del componente hídrico contaminado, por lo tanto el agua estará purificada apta para el consumo humano y a medida que va destruyendo las estructuras celulares de las bacterias el cloro se va consumiendo. (24) (25) (Brasil Ministerio de Salud, 2013, pp. 56-57.) (Salud Organización Panamericana, 2009, <http://www.disaster-info.CloroResidual.pdf>.)

Luego que se ha eliminado los microorganismos queda pequeñas concentraciones de cloro libre residual en la red de distribución, es fundamental mantener la potabilización asegurando al consumidor que el agua ha sido eficazmente desinfectada. No obstante, es importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica y su presencia no causa efectos adversos en el ser humano. (25) (26) (Salud Organización Panamericana, 2009, <http://www.disaster-CloroResidual.pdf>.) (Calidad del Agua, 2003, <http://www.aquagest..pdf>.)

El cloro en el agua sufre una reacción de hidrólisis inicial para formar cloro libre, mediante una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso la proporción relativa de estas dos formas va estar en dependencia del pH y la temperatura. (27) (Química Analítica Ambiental, 2010, [http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia\\_archivos.pdf](http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos.pdf).)

#### 1.3.4.2.2 *Dureza*

La dureza se define como el contenido total de iones calcio y magnesio, se los encuentra de forma natural y rara vez antrópica, va a depender de la concentración para afectar la calidad, están expresados como carbonato e hidróxidos que formar precipitados insolubles; al depositarse sobre tuberías y equipos pueden causar problemas de funcionamiento además resulta nocivo para el consumo. (28) (29) (30) (RODRÍGUEZ, Sergio, 2010, pp. 12-24.) (CATARINA, 2016, <http://catarina.udlap.mx/capitulo3.pdf>.) (JIMÉNEZ, Antonio, 2000, pp. 12-19)

#### 1.3.4.2.3 *Hierro total*

Es uno de los elementos más abundantes en la tierra y esencial para el ser humano; las lluvias se filtran a través del suelo disolviendo el hierro hacia las aguas subterráneas, en altas concentraciones el hierro es un problema de calidad del agua, en reposo y expuesta al aire se

torna de color rojo por el proceso de oxidación que se produce transformando al hierro disuelto (ferroso) muy soluble en hierro precipitado (férrico) insoluble. (31) (32) (FOLKL, Alex, 2017, p.18.) (SALAZAR, Andrés, 2011, <http://repositorio.utp.edu.co/dspace.pdf>)

El hierro se encuentra de forma natural en los acuíferos, pero en las aguas subterráneas este puede aumentar por disolución de rocas ferrosa modificando las características organolépticas, también se asocia problemas de bioensuciamiento y corrosión microbológica a causa de bacterias del hierro que se podrían encontrar en el agua. (32) (33) (SALAZAR, Andrés, 2011, <http://repositorio.utp.edu.co/dspace.pdf>) (MOTTA, Piris, 2011, <http://www.bvsde.paho.org.pdf>.)

#### 1.3.4.2.4 *Nitratos*

Es un compuesto aniones inorgánicos que se encuentra en la naturaleza formando parte del ciclo de nitrógeno, en las aguas subterráneas la concentración aumenta por la utilización de fertilizantes nitrogenados, desechos sanitarios e industriales infiltrándose en el suelo que luego serán arrastrados por el agua hacia los acuíferos. (34) (35) (ALMUDENA, Antón y LIZASO, Jesús, 2001, pp. 1-25.) (NITRATOS EN EL AGUA POTABLE, 2017, <http://www.cdaguas.com.pdf>.)

Se encuentra en bajas concentraciones es soluble y fácilmente transportable su valor aumenta cuando se encuentra en contacto con sustancias contaminadas, los nitratos no son en sí mismos tóxicos, se absorbe rápidamente en el intestino y se los elimina por la orina el peligro radican en la eventual transformación en nitritos dentro del organismo especialmente en el estómago de ciertas personas que altera el transporte de oxígeno en la sangre (metahemoglobinemia). (26) (36) (Calidad del Agua, 2003, <http://www.aquagest..pdf>.) (SIGLER, Adam y BAUDER Jim, 2012, pp1-11.)

#### 1.3.4.2.5 *Nitritos*

Compuesto poco estable químicamente y su presencia es un indicativo de contaminación fecal reciente, la concentración de nitritos se utiliza como indicador de contaminación bacteriana pues algunas bacterias son responsables de la transformación de nitratos a nitritos. (37) (JAIME, Gaibor, 2005, <http://suia.ambiente.gob.ec/documents>.)

Valores entre 0.1 y 0.9 mg/L presentan toxicidad dependiendo del pH, valores por encima de 1.0 mg/L son tóxicos impedimento para el desarrollo del ecosistema fluvial y la vida piscícola;

esto se debe a la contaminación industrial y de aguas residuales domésticas. (38) (SIGLER, Adam y BAUDER, Jim, 2014, <http://region8water.colostate.edu/pdf.>)

#### 1.3.4.2.6 *Sulfatos*

El ion sulfato es abundante en aguas naturales además si han estado en contacto con terrenos ricos en yeso, las aguas de lluvia tienen una alta concentración de este compuesto su determinación proporciona datos de información sobre la contaminación y los fenómenos ambientales que pueden producir ácido sulfúrico proveniente del dióxido de azufre que se encuentra presente en la atmósfera. (39) (SEVERICHE, Carlos y GONZÁLES, Humberto, 2012, pp. 46-80.)

Los sulfatos que se encuentran en el agua no son tóxicos, pero en altas concentraciones provoca al agua un sabor amargo desagradable, forman incrustaciones en las calderas y tiene un efecto laxante acompañado de deshidratación e irritación gastrointestinal, teniendo límite superior de 250 mg/L de sulfatos. (26) (40) (Calidad del Agua, 2003, <http://www.aquagest..pdf.>) (BOJACA, Rocio, HERNANDEZ, Ana y DUQUE Marta, 2007, pp. 356-511.)

#### 1.3.4.2.7 *Fosfatos*

Se localizan en pequeñas cantidades en las aguas naturales, los compuestos fosforados se encuentran en aguas residuales o provienen de fertilizantes eliminados del suelo, excreciones humanas y animal, detergentes y productos de limpieza que se vierten directamente a las aguas superficiales; la carga total de fosfatos está compuesto de ortofosfato + polifosfato + compuestos de fósforo orgánico. (41) (PÜTZ, Petra, 2008, [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/ pdf.](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/pdf.))

Va a depender de la concentración de fosfatos para que ocurra un proceso de eutrofización, provocando un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, estimulando el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en cantidades nocivas afectando las características organolépticas del agua. (42) (GREGORI, Mireia, 2014, <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle.pdf.>)

#### 1.3.4.2.8 *Manganeso*

Es uno de los elementos más abundantes en la tierra se lo encuentra de forma natural en varios tipos de roca y se puede disolver fácilmente en las aguas subterráneas; su presencia suele estar asociada al hierro, si la concentración de hierro es alta también lo será el manganeso ya que provienen de la disolución de minerales que se encuentran en los yacimientos, presentes en forma conjugada en la zona geológica de donde proviene el agua. (43) (44) (PAHO, 2003, <http://www.bvsde.paho.org/.pdf>.) (CUCHIMAQUE, Carolina, 2006, <http://repositorio.uis.edu.pdf>.)

El hierro y el manganeso en bajas concentraciones no son tóxicos para la salud pero son solubles y se oxidan. Las aguas subterráneas se reduce eliminando significativamente el oxígeno causado por condiciones naturales o provocadas por el hombre, llegando a elevar los niveles de manganeso y esto provoca que el agua tome una tonalidad de color oscuro desagradable para el consumidores. (45) (46) (WATER BOARDS, 2013, <http://www.waterboards.ca.pdf>.) (DELAGADO, Carlos, 2003, pp. 37-54)

#### 1.3.4.2.9 *Flúor*

El flúor es un elemento de la familia de los halógenos que forma compuestos inorgánicos y orgánicos llamados fluoruros. Sus niveles dependen de la ubicación geográfica que se encuentra, comúnmente pasa al agua a través de una infiltración y disolución ya que proviene de los suelos y rocas que lo contienen. (47) (FUSTEL, Eva, SAÉNZ, Fernando y AGUIRRE, José, 2014, pp. 68-70.)

Es un componente importante en la estructura de huesos y dientes, a bajas concentraciones se lo considera benéfico para la salud ayudando a la prevención de caries dentales, mientras que a valores fuera del límite normal puede dar lugar a la fluorosis de dientes y huesos, si pasa a niveles más letales puede causar serios daños como fragilidad de los huesos e incluso rigidez total y deformación ósea. (48) (49) (PÉREZ, Teresa y otros, 2007, pp. 3-29.) (ALARCÓN, Teresa, DOMÍNGUEZ, Alejandra y DOMÍNGUEZ, Ignacio, 2002, pp. 31-109)

#### 1.3.4.2.10 *Amoníaco*

Se forma durante la descomposición de procesos metabólicos que contienen nitrógeno, proteínas y urea. El amonio es un indicador de la posible degradación incompleta de la materia

orgánica además revela la contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales, para saber si una determinada concentración de amonio es tóxica es necesario medir la temperatura y el pH. (50) (51) (LUZERN, Switzerland, 2004, <http://es.algenfrei.com.html>.) (OMS, 2003, <http://www.bvsde.paho.org.pdf>.)

El amonio es biodegradable se disuelve fácilmente en el agua y llega a ser absorbido por las plantas eliminándolo del medio, la presencia de amonio en el agua no tiene repercusión inmediato en la salud, pero puede reducir la eficiencia de la desinfección ocasionando la formación de nitritos en el sistema de distribución produciendo problemas organolépticos para el consumidor. (51) (52) (OMS, 2003, <http://www.bvsde.paho.org.pdf>.) (CARVAJAL, Juan, 2015, [https://prezi.com/x\\_ug6d7hqz4r.pdf](https://prezi.com/x_ug6d7hqz4r.pdf).)

**Tabla 1-1** Requisitos físicos y químicos del agua potable

PARÁMETROS	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidad de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-----	No objetable
Sabor	-----	No objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/L	0,02
Arsénico, As	mg/L	0,01
Bario, Ba	mg/L	0,7
Boro, B	mg/L	2,4
Cadmio, Cd	mg/L	0,003
Cianuro, CN-	mg/L	0,07
Cloro libre residual *	mg/L	0,3 a 1,5 1)
Cobre, Cu	mg/L	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/L	0,05
Fluoruros	mg/L	1,5
Mercurio, Hg	mg/L	0,006
Níquel, Ni	mg/L	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	mg/L	50
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	mg/L	3,0
Plomo, Pb	mg/L	0,01
Radiación total α*	Bq/L	0,5
Radiación total β**	Bq/L	1,0
Selenio, Se	mg/L	0,04
1) Es el rango en el que se debe estar de cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos		
*Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: 210 Po, 224 Ra, 226 Ra, 232 Th, 234 U, 238 U, 239 Pu		
**Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: 60 Co, 89 Sr, 90 Sr, 129 I, 131 I, 134 Cs, 137 Cs, 210 Pb		

**Fuente:** NTE INEN 1108:2014. Agua potable. Requisitos. 2014. p. 4

### 1.3.4.3 Calidad Microbiológica

En el Ecuador la norma NTE INEN 1108:2014 considera que los requisitos microbiológicos a cumplir en el agua de consumo humano, agua potable, son determinaciones de coliformes fecales, *Cryptosporidium* y *Giardia*.

**Tabla 2-1** Requisitos microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100mL ó Filtración por membrana ufc/100mL	< 1,1* < 1**
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
*< 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20cm <sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm <sup>3</sup> ninguno es positivo	
**< 1 significa que no se observa colonias	

**Fuente:** NTE INEN 1108:2014. Agua potable. Requisitos. 2014. p. 4.

La identificación e aislamiento de *Escherichia coli* es un análisis de afirmación, que el agua potable ha sido contaminada por material fecal, forma parte del grupo bacterias coliformes termotolerantes, indicador de calidad sanitaria. Pero no es suficiente debido a que existen virus y protozoos entéricos que son resistentes a procesos de desinfección, por lo tanto no se podrá concluir que el agua es apta para el consumo humano.

#### 1.3.4.3.1 Coliformes totales

Son bacterias pertenecientes al grupo de bacilos Gram-negativas aerobios o anaerobios facultativos no esporulados, fermentan lactosa con producción de gas; se localizan en el medio ambiente en suelo y plantas sin causar daño alguno, está conformado por los géneros de *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. (53) (NCPH, 2009, <http://epi.publichealth.nc.pdf>.)

La presencia de coliformes totales indica que ha ocurrido una contaminación sin identificar su origen, pueden haber una falla en el tratamiento, distribución o en las propias fuentes domiciliarias; son indicativos para aumentar la vigilancia en la red de distribución y mejorar los mecanismos de calidad. (54) (ARCOS, Mireya y otros, 2005, pp. 428-611.)

#### 1.3.4.3.2 *Coliformes fecales*

Microorganismos termotolerantes por su capacidad de resistir elevadas temperaturas, son bacilos Gram – negativos capaces de fermentar lactosa con producción de ácido y gas, se las encuentra comúnmente en el intestino de los animales y del ser humano siendo la *E. coli* su mayor representante. (55) (SANDOVAL, Ana, CARLOS, Gabriel y JIMÉNEZ, Blanca, 1991, pp. 89-140.)

Los coliformes fecales son indicadores de calidad debido a su origen fecal su presencia indica que el agua ha sido contaminada por material fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos; la capacidad de reproducción fuera del intestino de los animales homeotérmicos se ve favorecida si las condiciones de pH, humedad, materia orgánica y temperatura son adecuadas para su desarrollo. (56) (54) (CARRILLO, Elisa y LOZANO, Aura, 2008, <http://www.javeriana.edu.pdf>.) (ARCOS, Mireya y otros, 2005, pp. 428-611.)

#### 1.3.4.3.3 *Cryptosporidium*

Es ampliamente distribuido en la naturaleza infectando a los animales y al ser humano, su transmisión es de tipo fecal–oral por ingesta de agua y alimentos contaminados. Es un protozoo intracelular de forma esférica o elíptica, tiene un ciclo complejo de vida su reproducción es sexual y asexual con formación de ooquistes que son eliminados por el huésped. (57) (DOMÉNECH, Javier, 2003, pp. 11-22.)

Al ingresar por vía oral pasa al tubo digestivo del huésped, en condiciones óptimas de pH, temperaturas y sales biliares favorecen la formación de cuatro esporocitos infectivos por cada quiste, iniciando así su ciclo de vida, multiplican para luego salir al exterior a contaminar el medioambiente por el material fecal del hombre o animal que han sido infectados. (58) (QUIRÓS, Francisco, 2017, <http://cidta.usal.es.pdf>.)

El parásito puede sobrevivir en suelo o agua por un largo periodo en condiciones adversas aunque su viabilidad se ve reducida con el tiempo, se caracterizan por ser resistentes a los procesos de potabilización debido a que se necesita 80 mg/L de cloro para eliminarlo; dosis no permitida por la OMS. (57) (DOMÉNECH, Javier, 2003, pp. 11-22.)

#### 1.3.4.3.4 *Giardia*

Es un protozoo flagelado cosmopolita causante de la enfermedad llamada giardiasis, se aloja en intestino delgado proximal del huésped y se manifiesta como el síndrome diarreico agudo, crónico o intermitente o a su vez puede ser un portador asintomático siendo los trofozoítos responsables de diarreas y hipoabsorción intestinal. (59) (BARRUETA, Teresa, 2011, <http://www.facmed.unam.mx.html>.)

Se transmite principalmente por ingerir agua o alimentos contaminados que contienen quistes de *Giardia* siendo estos muy resistentes sobreviviendo en el suelo, agua, estiércol y las heces de humanos o animales, soportando ambientes fríos y húmedos, pero se desactivan en ambientes secos y con temperaturas superiores a 45°C. (60) (INSHT, 2015, pp. 93-106.)

#### 1.3.4.4 ***Filtración de membrana, Cuantificación de coliformes fecales***

Utiliza un mecanismo mediante el cual el microorganismo es atrapado en la superficie de la membrana para luego ser llevado a un medio enriquecido, selectivo o diferencial, que mediante el intercambio metabólico y una incubación a temperatura y tiempo determinado se evidencia el crecimiento de la bacteria; se realiza a través de una bomba eléctrica al vacío donde ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciéndola que se filtre. (56) (CARRILLO, Elisa y LOZANO, Aura, 2008, <http://www.javeriana.edu.pdf>.)

Este método determina cuantitativamente la concentración de bacterias, es un procedimiento en el cual se verifica la presencia de coliformes fecales (*Escherichia coli*) de una muestra de agua, a partir de coliformes totales encontrados en el medio m-Endo por el método filtración por membrana. (61) (TIERRA, Fabricio, 2015, <http://dspace.esPOCH.edu.ec.pdf>.)



## **CAPÍTULO II**

### **2 MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1 Población de estudio y localización de los puntos de muestreo**

La población de estudio fue el agua cruda o entubada y el agua tratada para el consumo humano, distribuida por la Junta de Agua Potable de la Parroquia San Miguelito, a los barrios Panguihua, El Censo que comprenden a la Red de distribución domiciliar norte, San Miguelito centro, Calvario, Bellavista que corresponde a la Red de distribución domiciliar centro, San Isidro, Quillanpata, Yacupamba, Quillan la planta son los barrios de la Red de distribución domiciliar sur.

La planta de tratamiento de agua potable de San Miguelito, se encuentra ubicada en el sector de Huaynacuri, perteneciente a la parroquia de San Miguelito. La planta de la Junta de Agua Potable se alimenta de las aguas que provienen del páramo Kinoales ubicada en la parte alta de la parroquia a 3 500 m.s.n.m., con un caudal de 316 Litros por segundo.

Los 12 litros por segundo son captados para la parroquia de San Miguelito beneficiando a 1075 usuarios aproximadamente. Se determinaron parámetros químicos, físicos y microbiológicos como: pH, color, olor, turbiedad, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad, cloro libre residual, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, sulfatos, fosfatos, manganeso, flúor, amoníaco, además de coliformes totales y fecales.

Para realizar el muestreo se estableció 13 puntos que corresponden a los siguientes lugares: vertientes – Río Pucahuayco. – Sixe 1. – Sixe 2 (localizándose a 3 500 m de la parroquia San Miguelito), rompe presión – San Jacinto (encontrándose al sur a 1 000 m. de la planta potabilizadora de la parroquia), tanque de captación llegada del agua del río, tanque de llegada de las vertientes, salidas de las bandejas, Canaleta Parshall, tanque de almacenamiento del agua potable, salida a los domicilios (localizándose en la planta potabilizadora a 1 000 m. de la parroquia San Miguelito), redes de distribución domiciliar norte, centro, sur.

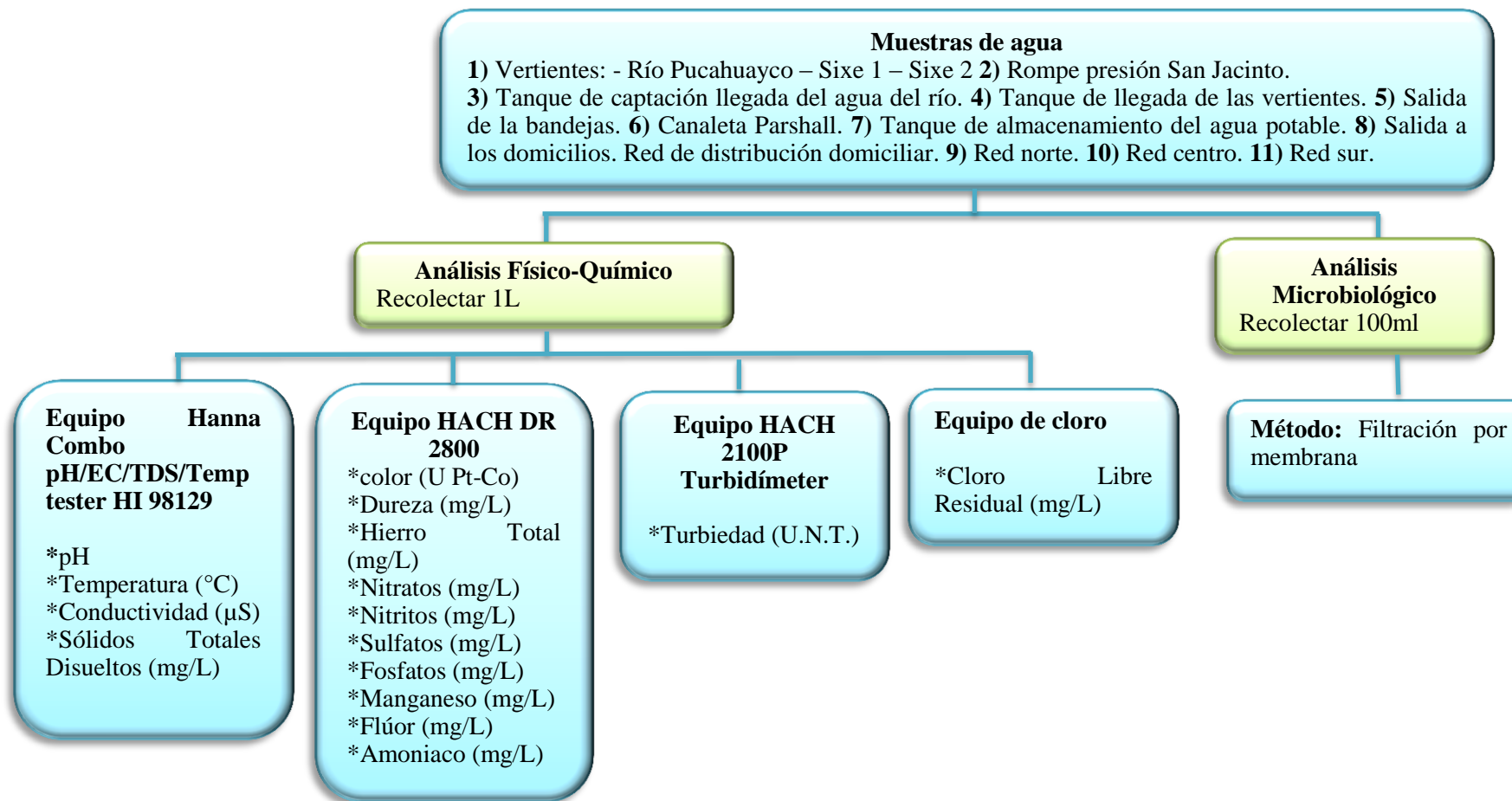
Se realizó tres muestreos durante el periodo comprendido entre enero y febrero del 2017; el primer muestreo se llevó acabo el 15 de enero del 2017, el segundo muestreo se efectuó el 29 de enero del 2017 y el tercer muestreo tuvo lugar el 12 de febrero del 2017; cada muestreo se ejecutó cada quince días aproximadamente.

Las muestras se recolectaron de acuerdo a los parámetros exigidos por la normativa, se aplicó para las vertientes, la planta potabilizadora y en las redes de distribución domiciliar de la Junta de Agua Potable de San Miguelito; y así mismo los resultados obtenidos fueron comparados con los datos especificados por la normativa NTE INEN 1108:2014. Quinta Revisión. Agua potable. Requisitos. (Anexo G).

## **2.2 Flujograma de trabajo**

Para establecer la frecuencia de muestreo se tomó en consideración los siguientes criterios:

- ✓ Condiciones climáticas en el día que se realizó el muestreo
- ✓ Indicadores de agresividad o corrosividad
- ✓ Niveles de satisfacción del consumidor
- ✓ Riesgos para la salud



**Gráfica 1-2** Diagrama de flujo del procedimiento de análisis

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017

## 2.3 Identificación y Codificación

Se codifico correctamente las muestras de agua que fueron recogidas para facilitar el reconocimiento del punto que se realizó el muestreo, así para ejecutar los análisis Físico-Químico y Microbiológico se codificaron de la siguiente manera los envases: **V** representa a las vertientes: - Río Pucahuayco – Sixe 1 – Sixe 2, **M1** rompe presión San Jacinto del agua proveniente del río, **M2** Tanque de captación llegada del agua del río, **M3** Tanque de llegada de las aguas de las vertientes previo al ingreso a las bandejas, **M4** representa el agua que ha pasado por las bandejas, **M5** en la Canaleta Parshall representa a las muestras tomadas luego de pasar por la desinfección con Policloruro de Aluminio, **M6** representan a las muestras de agua tomadas del Tanque de almacenamiento del agua potable previo a la cloración, **M7** muestras agua que ya salen hacia los domicilios, **B1** representa a la red de distribución domiciliar norte, **B2** representa a la red de distribución domiciliar centro, **B3** representa a la red de distribución domiciliar sur.

Para la realización de los análisis microbiológicos se utilizó la misma simbología pero para estas muestras la recolección fue por duplicado, es decir que el número 1 y 2 empleados adicionalmente en la simbología representan a la muestra uno y a su duplicado.

**Tabla1-2** Cronograma de Muestreo para Análisis Físico-Químico y Microbiológico

ANÁLISIS LUGAR	FÍSICO-QUÍMICO FECHA			MICROBIOLÓGICO FECHA		
	15/01/2017	29/01/2017	12/02/2017	15/01/2017	29/01/2017	12/02/2017
<b>Pucahuayco</b>		V1			V1*(1-2)	
<b>Sixe 1</b>		V2			V2*(1-2)	
<b>Sixe 2</b>		V3			V3*(1-2)	
<b>Planta de Tratamiento</b>		M1			M1*(1-2)	
		M2			M2*(1-2)	
		M3			M3*(1-2)	
		M4			M4*(1-2)	
		M5			M5*(1-2)	
		M6			M6*(1-2)	
		M7			M7*(1-2)	
<b>Domicilios de los</b>		B1			B1*(1-2)	continuará

<b>usuarios</b>	B2 B3	continúa B2*(1-2) B3*(1-2)
<b>TOTAL DE MUESTRAS</b>	13	26
<b>V1=</b> Muestra recolectada del río pucahuayco. <b>V2=</b> Muestra recolectada de la vertiente Sixe 1. <b>V3=</b> Muestra recolecta de la vertiente Sixe 2. <b>M1=</b> Muestra recolectada del rompe presión San Jacinto. <b>M2=</b> Muestra recolectada del tanque de captación llegada del agua del río. <b>M3=</b> Muestra recolectada del tanque de captación llegada de la vertientes. <b>M4=</b> Muestra recolectada de la salida de las bandejas. <b>M5=</b> Muestra recolectada de la Canaleta Parshall. <b>M6=</b> Muestra recolectada del tanque de almacenamiento del agua potable. <b>M7=</b> Muestra recolectada de la salida a los domicilios. <b>B1=</b> Muestra recolectada en la Red norte del sistema de distribución domiciliar del agua potable de la Junta del Agua Potable de San Miguelito. <b>B2=</b> Muestra recolectada en la Red centro del sistema de distribución domiciliar del agua potable de la Junta del Agua Potable de San Miguelito. <b>B3=</b> Muestra recolectada en la Red sur del sistema de distribución domiciliar del agua potable de la Junta del Agua Potable de San Miguelito.		

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017

### 2.3.1 Técnica de muestreo

Para la determinación de los análisis físicos y químicos se usaron recipientes de polietileno de alta densidad como lo sugiere la norma NTE INEN 2176:1998. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo, así también para el microbiológico se utilizó frascos estériles de tapa rosca que son libres de sustancias toxica. (Anexo C)

Los frascos fueron codificados previos al muestreo para evitar confusiones en el laboratorio; fue de forma clara y estable donde se registró la fecha, ubicación exacta del punto de muestreo y además se incluyó la descripción de los parámetros que fueron medidos *in situ* (pH, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad, cloro libre residual).

Se siguió el procedimiento para el manejo, transporte y conservación de las muestras que esta descrito por la normativa NTE INEN 2169:1998; donde indica que se debe utilizar un cooler con geles pack para mantener la temperatura entre 4°C a 5°C, evitando que la muestra sufra alteraciones hasta llegar al laboratorio debido a que el análisis bacteriológico se lo realiza con un tiempo no mayor a 6 horas, de acuerdo a la NTE INEN 1105:1984.

Para la recolección de las muestras en los inmuebles se escogió un grifo de descarga (llave de agua), que suministre agua directamente proveniente de la planta de potabilización, antes tomar la muestra se procedió a desinfectar la boca del grifo con una torunda de alcohol al 70%, luego se dejó que el agua fluya de 2 o 3 minutos para proceder a recolectar la muestra.

En la recolección de la muestra se tomó el frasco de su base, se retiró cuidadosamente su tapa tratando de no tocar las paredes interna ni la boca del mismo evitando cualquier contaminación. En el caso de las muestras para el análisis microbiológico se colocó un volumen no inferior a los 100mL y procurar no llenar el frasco por completo. Las muestras que van a determinar los parámetros físicos y químicos se llenó el frasco de un litro completamente evitando que exista aire en el recipiente.

Mientras que la medición de los parámetros *in situ*, se ejecutó en un vaso plástico donde se procedió a llenar las tres cuartas partes del agua a analizar, introduciendo el electrodo del equipo multiparámetros Hanna Combo pH/EC/TDS/Temp tester HI 98129 previamente calibrado; para medir pH, sólidos totales disueltos, temperatura y conductividad.

## **2.4 Análisis de muestras**

### **2.4.1 Análisis físico**

#### **2.4.1.1 Determinación de pH, temperatura, conductividad, solidos totales disueltos**

Para la determinación de estos parámetros se utilizó el equipo Combo pH & EC HI 98129. La medición se realizó en un vaso plástico limpio y estéril, donde se colocó el agua hasta las tres cuartas partes. Se procedió a encender el equipo Hanna Combo pH/EC/TDS/Temp tester HI 98129 con el botón ON/OFF (MODE) previamente ya introducido en la muestra. (62) (INSTRUMENT HANNA, 2012, 1-80)

Agitamos de forma circular y dejamos en reposo la muestra, con el electrodo introducido se procede a medir presionando el botón SET/HOLD, para cada parámetro se esperó que el reloj digital del equipo desaparezca de la pantalla además se observó que la medición se encuentre estables, de esta manera se tomó nota de los resultados obtenidos; finalmente se lo lavo al

electrodo con agua destilada después de su uso y se lo guardo. (62) (INSTRUMENT HANNA, 2012, pp. 1-80)

Las unidades se registraron para la temperatura °C, conductividad  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , solidos totales disueltos  $\text{mg}/\text{L}$ . (62) (INSTRUMENT HANNA, 2012, pp. 1-80)

#### **2.4.1.2 Determinación del color**

Se utilizó el equipo HACH DR 2800, realizamos la selección en programas almacenados el test 125 Color 465 nm. Colocamos 10 mL de agua destilada en la celda el cual va ser nuestro blanco, seleccionando en la pantalla “CERO” previamente la celda debe ser limpiada la parte exterior. Así mismo colocamos 10 mL de la muestra en la celda, limpiar el exterior de la misma y seleccionar en la pantalla “MEDICIÓN” tomar la lectura que indica el equipo dado en PtCo. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.1.3 Determinación de turbiedad**

Primeramente se encendió el equipo Turbidímetro. En la celda se colocó la muestra hasta la marca indicada para seguidamente colocar la celda dentro del porta celdas y cerrar para que realice la lectura. Se tomó la lectura que fue expresado en U.N.T. (Unidades Nefelométrica de Turbidez/ Nephelometric Turbidity Unit). (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

### **2.4.2 Análisis químico**

#### **2.4.2.1 Determinación del cloro libre residual**

Para este análisis se procedió a la adquisición del equipo Pool and Spa Test Kit de cloro libre residual. Se llenó las dos cubetas con 10mL de muestra, la una se la coloca directamente en el medidor y la otra se le adicionó el sobre que contiene el reactivo agitándole para que se mezcle, observar el cambio de color entre las dos celdas y anotar los valores. Para obtener resultados verídicos comparar los colores entre los primeros diez (10) segundos, se registró los resultados en  $\text{mg}/\text{L}$ . (51) (OMS, 2003, <http://www.bvsde.paho.org.pdf>.)

#### **2.4.2.2 Determinación de dureza**

Para este análisis se utilizó 25 mL de muestra en un Erlenmeyer en el cual se adiciono 1mL de KCN, 2mL de solución buffer pH 10, pizca de indicador Negro de Ericromo T y agitar. En una bureta de 25 mL se colocó la solución de EDTA (0,02 M) correspondiente para la titulación donde se identificará el calcio esperado como concentración de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). (64) (CHIRUCHI, Juan y otros, 1996, pp. 49-103)

Antes de la titulación se giró la perrilla de descarga para expulsar algunas gotas al titulador empezándose desde cero; seguidamente se ubicó la punta de la bureta en la muestra dejando caer poco a poco el EDTA mientras se agita la solución hasta que ocurra un cambio de color desde rojo a azul. La concentración de la muestra se calculó con la fórmula: Total de dígitos requeridos x Factor de multiplicación= mg/L Dureza de calcio como  $\text{CaCO}_3$ . (64) (CHIRUCHI, Juan y otros, 1996, pp. 49-103)

#### **2.4.2.3 Determinación de hierro total**

Llenar una cubeta de 10 mL de muestra residual. Añadir el contenido de un sobre de reactivo de FerroVer en polvo. Agitar la cubeta con rotación. Comienza un periodo de reacción de 3 minutos. Para preparar el blanco, llenar otra cubeta cuadrada de 10 mL de agua destilada. Elegir en la pantalla del equipo HACH DR2800, programas almacenados, seleccionar el test 265 Hierro Ferrover. La lectura directa con el espectrofotómetro en (mg/L). (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Pasado los 3 minutos limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocar en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente. Seleccionar en la pantalla: Cero. Se observara la medición 0,00 mg/L Fe. Así mismo para la cubeta que contiene la muestra se limpia bien el exterior y se coloca en el soporte seleccionando en la pantalla: Medición. Tomar la lectura que indica el equipo, dado en mg/L Fe. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.4 Determinación de nitratos**

Se añade 10mL de muestra en la celda, añadir el contenido de un sobre de reactivo de NitraVer5 en polvo. Agitar la cubeta con rotación durante cinco minutos. Preparar el blanco se coloca 10



mL de agua destilada en una celda. En la pantalla del equipo HACHDR2800 seleccionar el test 355 N Nitrato RA PP. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Ya pasado el tiempo limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocar en el soporte con la marca de llenado hacia al frente, seleccionar en la pantalla: Cero se observará la medición de 0,00 mg/L  $N - NO_3^-$ , de la misma forma procedemos para la muestra preparada pero en la pantalla se seleccionará: Medición, se tomará lectura indicada por el equipo dado en mg/L  $N - NO_3^-$ . (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.5 Determinación de nitritos**

En el equipo HACHDR2800 seleccionar en la pantalla el test 375 N Nitrito RB AV. Se colocó en un recipiente 25 mL de muestra, añadió el contenido de un sobre de reactivo Nitriver en polvo, agitar con rotación durante 20 minutos. Si existen nitritos en la muestra la solución tomará un color ámbar. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

La preparación del blanco se colocó 10 mL de agua destilada en la celda se limpió bien el exterior de la cubeta y colocar en el soporte con la marca de llenado hacia al frente, seleccionar en la pantalla: Cero, se observara la medición 0,00 mg/L  $N - N_2^-$ . De la muestra ya preparada se adicionó 10ml en la cubeta, proceder a seleccionar en la pantalla: Medición. Tomar la lectura indicada por el equipo dado en mg/L  $N - N_2^-$ . (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.6 Determinación de sulfatos**

Primeramente en el equipo HACHDR2800 seleccionar en la pantalla el test 685 Sulfato AV. Llenar una cubeta de 10 mL de muestra residual, agregar el contenido de un sobre de reactivo de SulfaVer en polvo. Agitar la cubeta con rotación. Comienza un periodo de reacción de 5 minutos. Para preparar el blanco, llenar otra cubeta cuadrada de 10 ml de agua destilada. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Seleccionar en la pantalla: Cero en 0,00 mg/L  $SO_4^{2-}$  para el blanco. Ubicar la cubeta que contiene la muestra preparada previamente limpiada la parte exterior en el porta cubetas con la marca hacia el frente y proceder a la medición en mg/L  $SO_4^{2-}$ . (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.7 Determinación de fosfatos**

Seleccionar en la pantalla el programa almacenado test 490 P react. PV del equipo HACHDR2800. Llenar una cubeta de 10 mL de muestra residual. Añadir el contenido de un sobre de reactivo fosfato PhosVer3 en polvo. Agitar la cubeta con rotación. Comienza un periodo de reacción de 2 minutos. Para preparar el blanco, llenar otra cubeta cuadrada de 10 ml de agua destilada. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Para la medición primeramente se encerara con el blanco y proceder al análisis, se limpia bien el exterior de la cubeta que contiene la muestra preparada, colocar en el porta cubetas con la marca de llenado hacia el frente, pulsando en la pantalla: Medición el resultado que apareció esta dado en mg/L  $PO_4^{3-}$ . (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.8 Determinación de manganeso**

En el equipo HACHDR2800 seleccionar el test 290 Manganeso RB PAN. Para la preparación se de la muestra y el blanco se tomó dos recipientes donde se añadió el uno 10mL de la muestra y el otro 10mL de agua desionizada, añadir a cada una el contenido de un sobre de ácido ascórbico. Tapar e invertir para disolver el polvo. Agregar 12 gotas de reactivo de cianuro alcalino y agitar. Seguidamente se añade 12 gotas de solución indicadora Pan 0,1%, y agitar. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Comienza un periodo de reacción de 2 minutos. Si hay presencia de manganeso la muestra toma un color anaranjado. Para el análisis primero enceramos con la muestra que contiene el blanco; procedemos a medir seleccionando en la pantalla: Medición previamente limpiando bien la parte exterior de la cubeta y colocándolo la marca hacia el frente en el porta cubetas, su resultado estará indicado en mg/L Mn. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.9 Determinación de flúor**

En el equipo HACH DR2800, seleccionar en la pantalla el test 190 Fluoruros. Para el análisis de flúor se llenó una cubeta con 10mL muestra residual, y la otra con 10 mL de agua desionizada. Añadir a cada cubeta 2 mL de Solución SPADNS Reagent y mezclar. Su periodo de reacción es de 1 minuto. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Después del tiempo establecido limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente. Seleccionar en la pantalla: Cero. Se observa la medición 0,00 mg/L  $F^-$ . Para la muestra se procede de igual manera pero en la pantalla se selecciona: Medición. Tomar la lectura que indica el equipo, dado en mg/L  $F^-$ . (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

#### **2.4.2.10 Determinación de amoníaco**

En el equipo HACH DR2800, seleccionar en la pantalla programa almacenados. Seleccionar el test 385 N amoniacal Salic. Para preparar el blanco, llenar una cubeta con 10 mL de agua desionizada y otra cubeta de 10 mL de muestra residual. Añadir a las dos cubetas un sobre de reactivo salicilato de amoníaco en polvo. Tapar y agitar. Comienza un periodo de reacción de 3 minutos. (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

Después añadir a cada cubeta un sobre de reactivo de cianuro de amoníaco en polvo. Tapar las cubetas y agitar. Comienza un periodo de 15 minutos. Se procederá a limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocar en el porta cubeta con la marca hacia al frente seleccionar en la pantalla cero. Para la muestra se procede de la misma forma en la pantalla se elegirá: Medición. Tomar la lectura que indica el equipo, dado en mg/L ( $NH_3-N$ ). (63) (HACH, 2005, pp. 26-92)

### **2.4.3 Análisis microbiológico**

#### **2.4.3.1 Determinación de Coliformes totales y fecales por el método placa Petrifilm<sup>TM</sup>**

Para realizar el análisis se esterilizó las puntas para micropipeta de 100  $\mu$ L, se codifico las placas 3M Petrifilm<sup>TM</sup> almacenadas a una temperatura de 8°C en refrigeración. Las muestras que fueron analizadas por este método se las homogenizó vigorosamente, luego se procedió a levantar la película superior de la placa y con ayuda de una micropipeta de 100  $\mu$ L se colocó 1mL de muestra en el centro de la película inferior. (65) (TENA, Juan, 1999, 28-40)

Cuidadosamente se bajó evitando que atrape burbujas de aire, colocando el dispersor con el lado liso hacia abajo en la película superior sobre el inóculo, suavemente se presionó para distribuir la muestra por toda el área circular y antes de incubarla se esperó que la placa solidifique en un tiempo mínimo de 3 minutos. (65) (TENA, Juan, 1999, 28-40)

La placa se la colocó en la incubadora carrilla arriba por  $24\text{h} \pm 2\text{h}$  a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Después del periodo de incubación se contó las colonias de color rojizo que corresponden a Coliformes totales y las colonias de color lila con forma de burbuja corresponden a Coliformes fecales o *Escherichia coli*. Finalmente las placas *Petrifilm*<sup>TM</sup> utilizadas fueron desechadas en una funda roja. (65) (TENA, Juan, 1999, 28-40)

#### **2.4.3.2 Determinación de Coliformes totales y fecales por el método filtración por membrana**

Este método se realiza el armando el equipo de filtración que debe estar totalmente estéril, la muestra de agua se la homogeniza vigorosamente, luego se coloca la membrana filtrante estéril de 0,45 mm en el centro del portafiltro con la ayuda de una pinza estéril, agregar 50 mL de la muestra de agua para cada placa Petri y aplicar vacío. La presión máxima de vacío no debe superar las 15 libras de presión. (66) (67) (SANABRÁ, Lilian, 2008, [www.javeriana.edu.co/pdf](http://www.javeriana.edu.co/pdf).) (LEÓN, Sanitaria, 2016, <http://virus.usal.es.html>.)

Mientras tanto se prepara las placas Petri que debe contener una almohadilla absorbente o pad absorbente en la una se la coloca 2 mL de agar m- Endo Broth específica para coliformes totales (*Escherichia coli*) y la otra 2 mL de agar m-Fc específica para coliformes fecales. Luego extraemos el filtro de membrana del soporte con la ayuda de una pinza flameada y se deposita en la placa Petri, se lo debe incubar en posición invertida. (66) (67) (SANABRÁ, Lilian, 2008, [www.javeriana.edu.co/pdf](http://www.javeriana.edu.co/pdf).) (LEÓN, Sanitaria, 2016, <http://virus.usal.es.html>.)

En la estufa la placa Petri que contiene el agar m- Endo a  $37,05 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  por 24 horas y la placa Petri que contiene el agar m-FC a  $44,05 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Después del periodo de incubación se contó las colonias de cada placa Petri. (66) (67) (SANABRÁ, Lilian, 2008, [www.javeriana.edu.co/pdf](http://www.javeriana.edu.co/pdf).) (LEÓN, Sanitaria, 2016, <http://virus.usal.es.html>.)

En placa específica para coliformes totales se ve la presencia de colonias de color rojizo o de color verde brillante que corresponde a *Escherichia coli*. Mientras que en la placa Petri

específica para coliformes fecales se identifica por la coloración de las colonias de color azul. (66) (67) (SANABRÁ, Lilian, 2008, [www.javeriana.edu.co/pdf.](http://www.javeriana.edu.co/pdf/)) (LEÓN, Sanitaria, 2016, [http://virus.usal.es.html.](http://virus.usal.es.html))

Se repite el procedimiento para cada una de las muestras a analizar expresando los resultados en UFC/ 100mL. Finalmente se desecha las almohadillas adsorbentes, los filtros de membrana que se utilizaron y se procede a esterilizar las placas Petri para evitar cualquier contaminación microbiológica; todos los desechos se los elimina en una funda roja. (66) (67) (SANABRÁ, Lilian, 2008, [www.javeriana.edu.co/pdf.](http://www.javeriana.edu.co/pdf/)) (LEÓN, Sanitaria, 2016, [http://virus.usal.es.html.](http://virus.usal.es.html))

## CAPÍTULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

##### 3.1.1 Análisis físico del agua

Los análisis físicos del agua potable realizados en la Parroquia San Miguelito fueron: pH, temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad se realizaron *in situ* con la ayuda del equipo Combo pH & EC HI 98129.

Las determinaciones de color y turbidez se realizaron en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias, utilizando los equipos HACH DR 2800 y Turbidímetro, respectivamente.

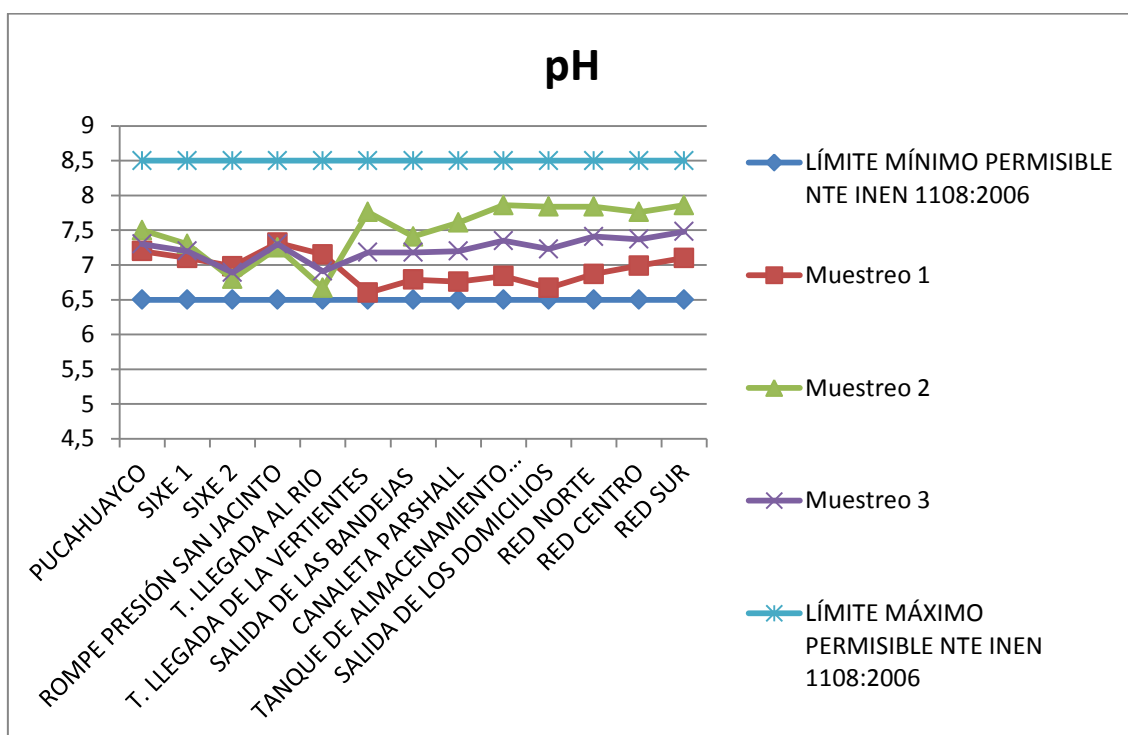
##### 3.1.1.1 Análisis del parámetro pH según muestras analizadas

**Tabla 1-3** Datos estadísticos a partir de pH

LUGAR DE MUESTREO	Límite mínimo permisible NTE INEN 1108:2006	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2006
PUCAHUAYCO	6,5	7,2	7,5	7,3	8,5
SIXE 1	6,5	7,1	7,3	7,2	8,5
SIXE 2	6,5	6,98	6,8	6,89	8,5
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	6,5	7,32	7,25	7,3	8,5
TANQUE LLEGADA AL RIO	6,5	7,15	6,67	6,91	8,5
TANQUE LLEGADA DE LA VERTIENTES	6,5	6,6	7,76	7,18	8,5
SALIDA DE LAS BANDEJAS	6,5	6,79	7,41	7,18	8,5

CANALETA PARSHALL	6,5	6,76	7,61	7,2	8,5
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	6,5	6,84	7,8	7,35	8,5
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	6,5	6,67	7,84	7,23	8,5
RED NORTE	6,5	6,87	7,84	7,41	8,5
RED CENTRO	6,5	6,99	7,76	7,37	8,5
RED SUR	6,5	7,1	7,86	7,48	8,5

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 1-3** Dispersión lineal del parámetro pH

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

En la tabla 1-3 se presenta los resultados obtenidos del parámetro pH en los análisis realizados durante el período enero-febrero 2017, donde se evidencia que las muestras cumplen con los parámetros establecidos en la normativa vigente.

En la gráfica 1-3 se observa que los resultados de pH están dentro de los límites máximos y mínimos permitidos en la norma NTE INEN 1108:2006 segunda revisión (8,5 y 6,5 respectivamente). El valor más alto de pH es 7,86 perteneciente a la red de distribución sur, el

valor más bajo de pH es 6,6 perteneciente al tanque de captación llegada de las vertientes; mostrando ser valores idóneos para el consumo humano e impiden la proliferación de microorganismos debido a su basicidad.

Según Rubio Arias (2015, p. 192) en la investigación del agua potable de la cabecera municipal de Ascensión, Chihuahua, México, indica que los valores de pH obtenidos en pozos y domicilios superaban el pH 9, evidenciando presencia de cañerías obstruidas o tuberías rotas que afectan la trayectoria del agua; los datos obtenidos en la presente investigación no concuerdan con la publicación manifestada debido a la ausencia de dichas fallencias. (68)

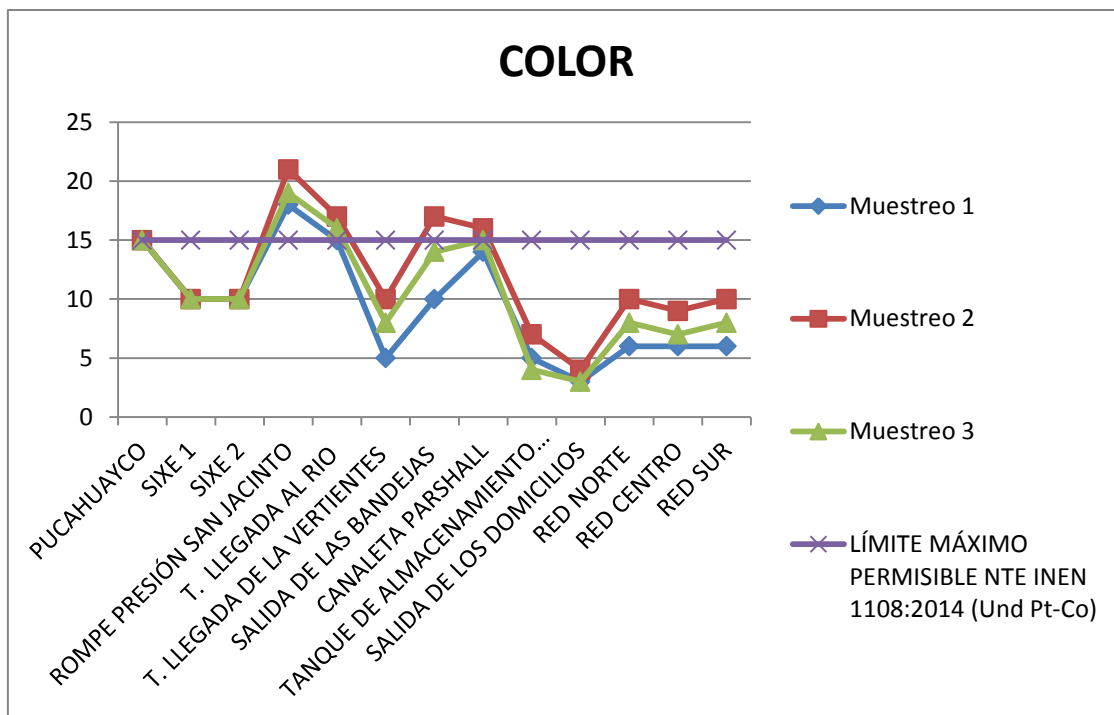
### 3.1.1.2 *Análisis del parámetro color según muestras analizadas*

**Tabla 2-3** Datos estadísticos a partir de valores de color

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (Und Pt-Co)
PUCAHUAYCO	Pt-Co	15	15	15	15
SIXE 1	Pt-Co	10	10	10	15
SIXE 2	Pt-Co	10	10	10	15
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	Pt-Co	18	21	19	15
TANQUE LLEGADA AL RIO	Pt-Co	15	17	16	15
TANQUE LLEGADA DE LA VERTIENTES	Pt-Co	5	10	8	15
SALIDA DE LAS BANDEJAS	Pt-Co	10	17	14	15
CANAleta PARSHALL	Pt-Co	14	16	15	15
T. DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	Pt-Co	5	7	4	15
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	Pt-Co	3	4	3	15
RED NORTE	Pt-Co	6	10	8	15
RED CENTRO	Pt-Co	6	9	7	15
RED SUR	Pt-Co	6	10	8	15

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.





**Gráfica 2-3** Dispersión lineal del parámetro color

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

Se indica en la tabla 2-3 los valores de los análisis obtenidos del parámetro color que se realizó en el período enero-febrero 2017, donde se muestra que superan el límite permitido por la normativa NTE INEN 1108:2014, Agua potable, valores por encima de los 15 Pt-Co.

Así también podemos observar en la gráfica 2-3 el valor más alto del parámetro color es de 21 Pt-Co perteneciente al rompe presión San Jacinto, demuestra que el agua no es inocua ya que no cumple con lo establecido en la normativa, debido a que aparentemente puede estar contaminada con iones metálicos naturales (hierro y manganeso), materia orgánica, plancton, humus o desechos industriales que afectan la calidad.

Cabe recalcar que los valores más elevados corresponden a la vertiente Pucahuayco, Sixe 1, Sixe2, rompe presión San Jacinto, Tanque de captación llegada del río y Canaleta Parshall; esto puede deberse por la presencia de contaminantes anteriormente mencionado que se los encuentra en los suelos y además en épocas de lluvias cambia el color del agua.

El agua inicia el proceso de potabilización se nota visiblemente que el color disminuye manteniendo valores menores al límite permitido por la normativa hasta llegar a los domicilios

de los consumidores, se constata que la planta potabilizadora está cumpliendo correctamente su función.

Se relacionó este parámetro con los resultados obtenidos en la investigación realizada en el agua en la parte alta de las cuencas Juan Cojo y el Salado (Giradota-Antioquia, Colombia), por Gómez Ana (2007, p.3742), concuerdan con los datos obtenidos en nuestra investigación. (69)

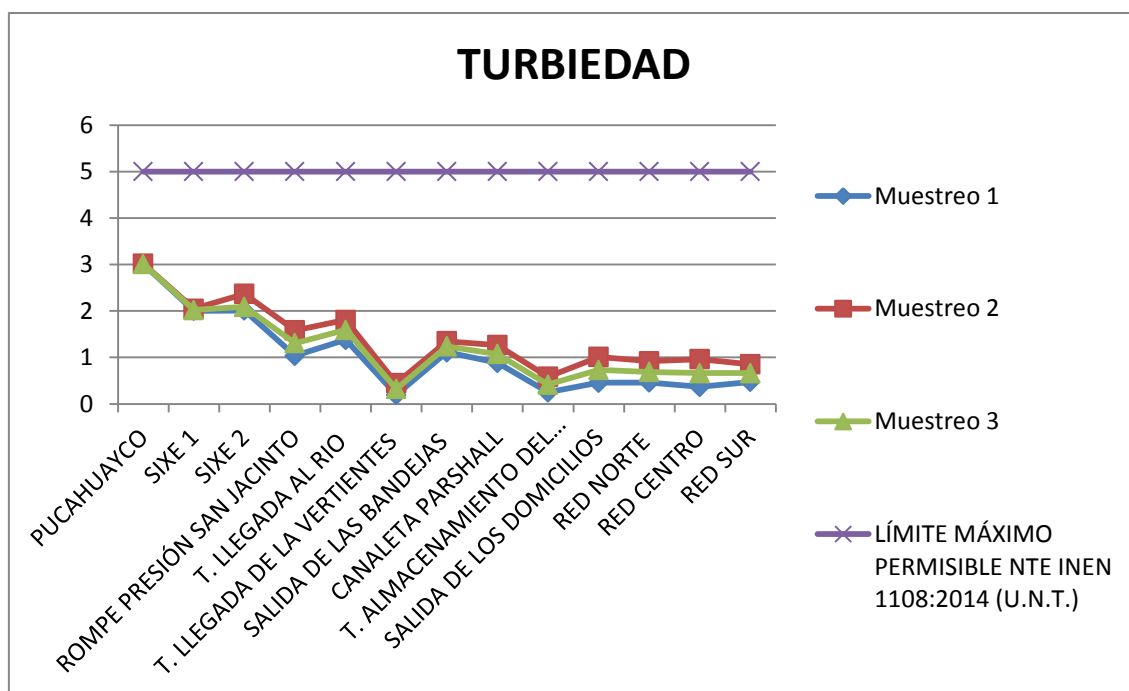
Los nacimientos y aguas en la parte alta de una cuenca poseen valores altos del parámetro color, es debido a que estos lugares son ricos en materia orgánica, cauces arcillosos y presencia de material vegetal, de igual manera a medida que el agua desciende el color disminuye. (69)

### 3.1.1.3 *Análisis del parámetro turbiedad según muestras analizadas*

**Tabla 3-3** Datos estadísticos a partir de valores de turbiedad

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (U.N.T.)
PUCAHUAYCO	UNT	3,008	3,015	3,011	5
SIXE 1	UNT	2,004	2,048	2,022	5
SIXE 2	UNT	2,011	2,369	2,089	5
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	UNT	1,036	1,583	1,309	5
T. LLEGADA AL RIO	UNT	1,381	1,806	1,594	5
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	UNT	0,196	0,446	0,321	5
SALIDA DE LAS BANDEJAS	UNT	1,112	1,348	1,238	5
CANAleta PARSHALL	UNT	0,883	1,265	1,074	5
T. DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	UNT	0,251	0,583	0,417	5
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	UNT	0,458	1,011	0,734	5
RED NORTE	UNT	0,46	0,917	0,688	5
RED CENTRO	UNT	0,368	0,964	0,664	5
RED SUR	UNT	0,473	0,852	0,662	5

Realizado por: TENLEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 3-3** Dispersión lineal del parámetro turbiedad

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

La tabla 3-3 presenta los resultados obtenidos de los tres muestreos que se realizó en enero-febrero del 2017 del parámetro Turbiedad expresado en U.N.T. (Unidades Nefelométricas de Turbidez/ Nefelometric Turbidity Unit).

En la gráfica 3-3 de dispersión lineal se muestra los análisis de turbiedad que están dentro del límite máximo permitido 5 UNT, por la normativa NTE INEN 1108:2014, ya que es una medida vital para la aceptación del consumidor. El resultado es favorable se puede confirmar que el agua de consumo de la parroquia San Miguelito es de calidad en base al parámetro de turbidez.

Este parámetro se relacionó con los resultados obtenidos en la investigación del Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras; por Mario Mejía (2005, p.61), no concuerdan con los datos obtenidos en nuestra investigación. (70)

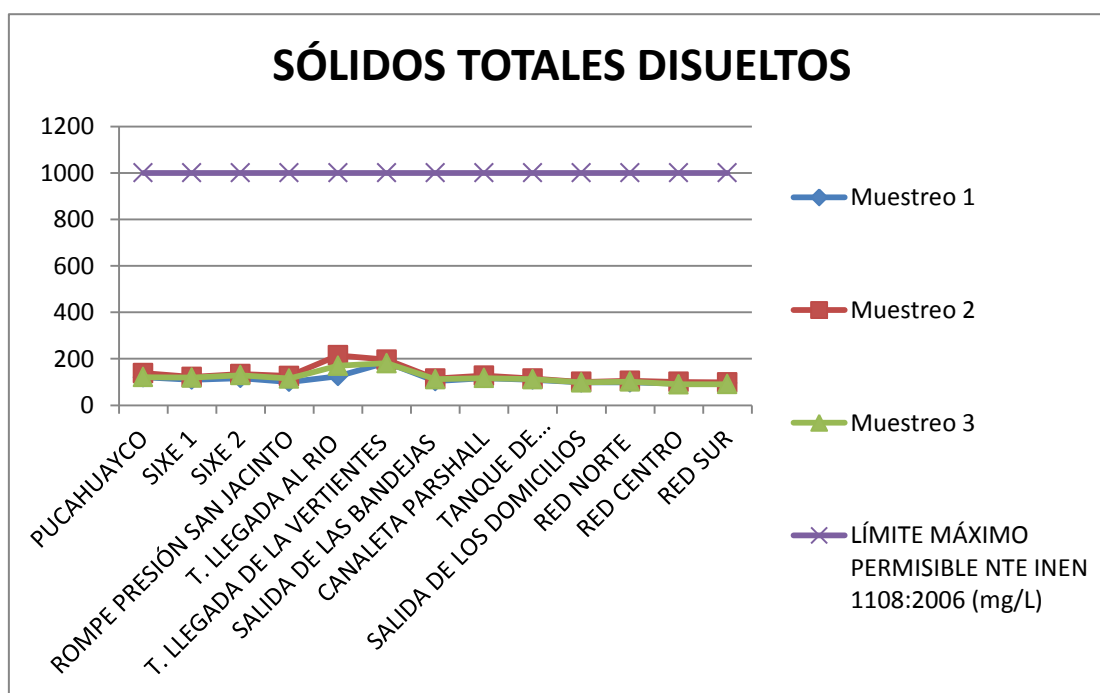
Mario Mejía (2005, p.61) indica que la turbidez es alta por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos, orgánicos e inorgánicos, microscópicos. La presencia de partículas en el agua se puede deber a los procesos erosivos de los suelos de la microcuenca y además por la época lluviosa. (70)

### 3.1.1.4 Análisis del parámetro sólidos totales disueltos según muestras analizadas

**Tabla 4-3** Datos estadísticos a partir de valores de sólidos totales disueltos

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2006 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	120	138	121	1000
SIXE 1	mg/L	110	122	119	1000
SIXE 2	mg/L	117	134	129	1000
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	100	126	115	1000
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	125	215	170	1000
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	184	196	181	1000
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	104	115	112	1000
CANAleta PARSHALL	mg/L	117	127	117	1000
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	110	115	112	1000
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	98	100	98	1000
RED NORTE	mg/L	98	105	102	1000
RED CENTRO	mg/L	93	100	90	1000
RED SUR	mg/L	95	98	91	1000

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 4-3** Dispersión lineal del parámetro sólido totales disueltos

Realizado por: TENELEMA Deisy 2017.

La tabla 4-3 presenta los análisis de los tres muestreos realizados en el período de enero-febrero 2017 del parámetro sólidos totales disueltos, donde indica que están dentro del límite permisible por la norma NTE INEN 1108:2006, siendo el valor más alto 196 mg/L correspondiente al Tanque de captación llegada de las vertientes y el valor más bajo 90 mg/L perteneciente a la Red de Distribución Centro.

Se puede observar claramente en la gráfica 4-3 de distribución lineal que las muestras analizadas se encuentran dentro del rango permitido en la normativa que es 1000 mg/L; los resultados son alentadores pues indica que el agua que consume la parroquia San Miguelito es de calidad con respecto al parámetro sólidos totales disueltos.

Al relacionar los resultados obtenidos con una investigación realizada en la Planta de tratamiento Casigana EP EMAPA-A y estrategias para evitar su contaminación por Andrea Tirado (2013, p.49), concuerdan ya que no presentan mucha variación entre sus muestreos con valores de 119,13 mg/L y 146,45 mg/L, se localizan debajo del límite exigidos por la normativa. (71)

Puede incrementar los STD por la adicción mayor de Sulfato de Aluminio (floculador) que se utiliza para disminuir el elevado color del agua cruda, por lo tanto el agua sería desagradable para los consumidores y dependiendo de las sales que se presenten pueden causar un efecto laxante en el consumidor transitorio; también aumentaría la conductividad ya que es directamente proporcional. (71)

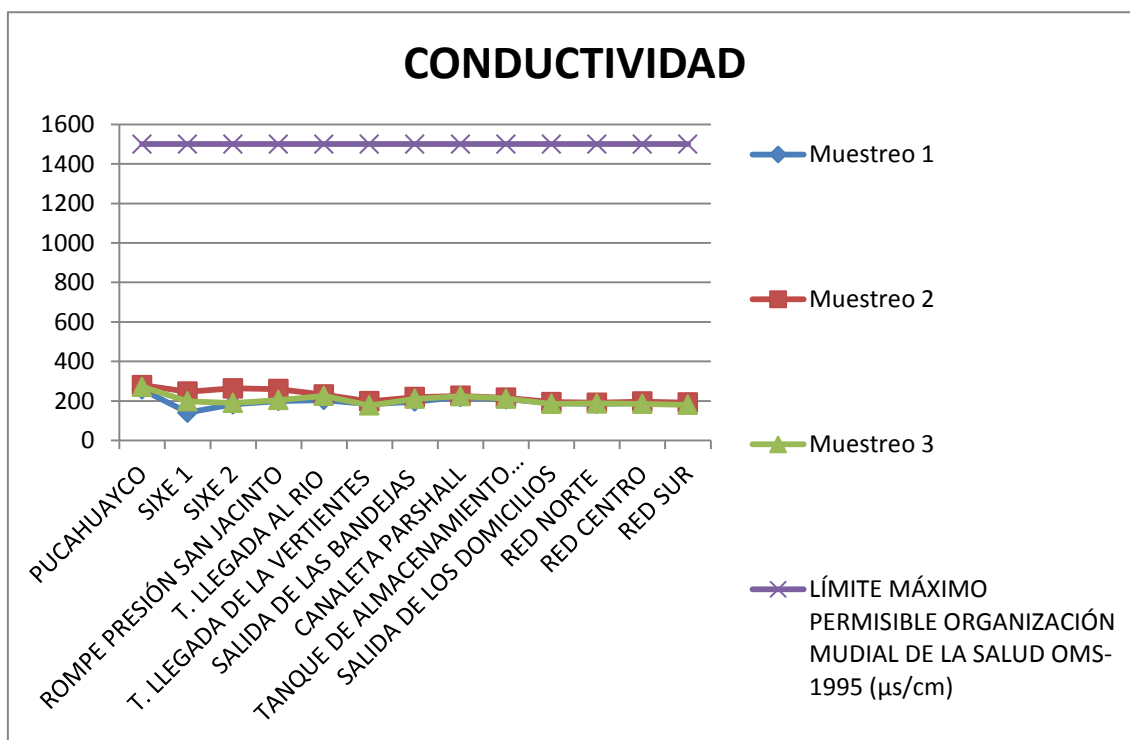
### **3.1.1.5 Análisis del parámetro conductividad según muestras analizadas**

**Tabla 5-3** Datos estadísticos a partir de valores de conductividad

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible Organización Mundial de la Salud OMS-1995 (µs/cm)
PUCAHUAYCO	µs/cm	258	280	272	1500
SIXE 1	µs/cm	141	247	198	1500
SIXE 2	µs/cm	183	264	190	1500

ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	μs/cm	200	260	205	1500
T. LLEGADA AL RIO	μs/cm	205	232	226	1500
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	μs/cm	184	198	177	1500
SALIDA DE LAS BANDEJAS	μs/cm	197	219	211	1500
CANALETA PARSHALL	μs/cm	220	226	224	1500
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	μs/cm	209	216	212	1500
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	μs/cm	190	194	185	1500
RED NORTE	μs/cm	185	191	188	1500
RED CENTRO	μs/cm	190	197	185	1500
RED SUR	μs/cm	186	192	180	1500

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 5-3** Dispersión lineal del parámetro conductividad

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

La tabla 5-3 se puede apreciar los datos obtenidos en los tres muestreos realizados en los meses enero-febrero 2017 del parámetro conductividad dado en unidades  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , donde se evidencia que las muestras cumplen con los parámetros establecidos en la normativa vigente.

En la gráfica 5-3 se observa que los resultados de conductividad están dentro del límite máximo permitido en la Organización Mundial de la Salud (OMS)-1995 (1500 mg/L respectivamente). El agua que ofrece la planta potabilizadora de la parroquia San Miguelito es de calidad con respecto a este parámetro, mostrando valores aptos para el consumo humano.

Según Óscar Arias (2016, p. 33) en la investigación realizada para la evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia), sugieres que el aumento del caudal del río Combeima en época de lluvia contribuye a la disminución de la conductividad en comparación con la época seca. (72)

Este comportamiento es similar a lo obtenido en nuestra investigación ya que se presenta valores relativamente bajos, con baja presencia de sustancias diluidas o poco contenido de compuestos ionizantes en el agua, tanto en temporada de lluvia como seca Óscar Arias (2016, p. 33). (72)

### 3.1.2 Análisis químicos del agua

Los análisis químicos del agua potable de la parroquia San Miguelito se realizaron en el laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias, utilizando el equipo HACH DR 2800; a excepción del parámetro dureza que se realizó por titulación y cloro libre residual que fue medido *in situ* con la ayuda del equipo Pool and Spa Test Kit respectivamente.

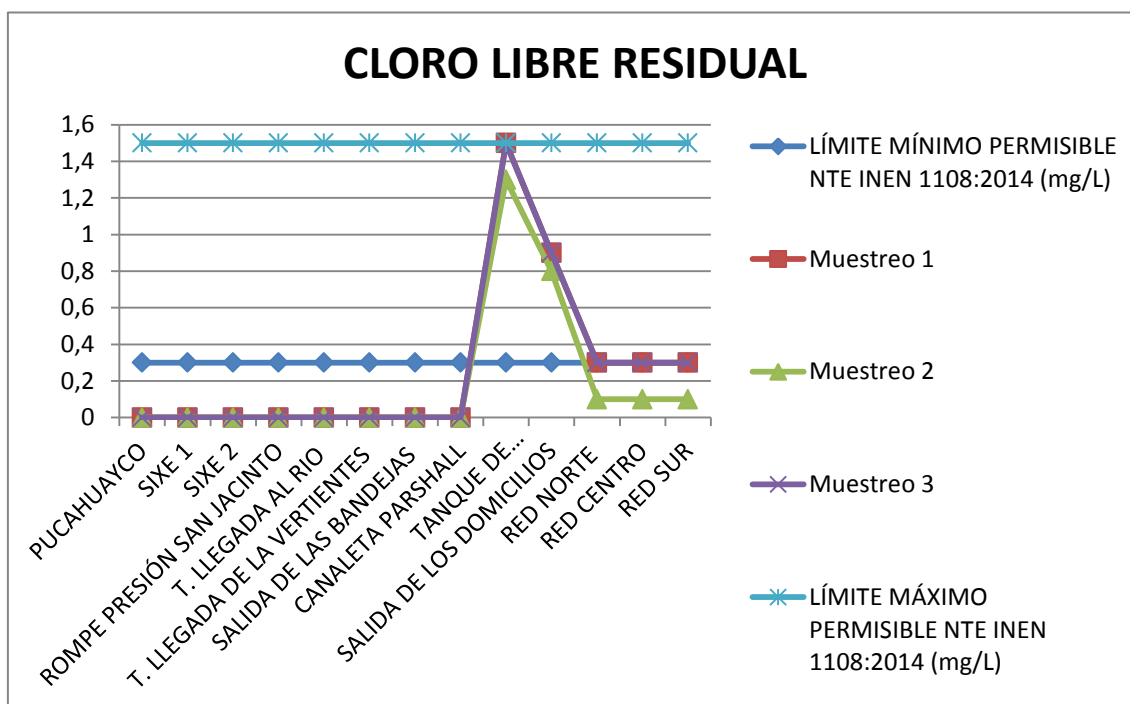
#### 3.1.2.1 Análisis del parámetro cloro libre residual según muestras analizadas

**Tabla 6-3** Datos estadísticos a partir de valores de cloro libre residual

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Límite mínimo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
SIXE 1	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
SIXE 2	mg/L	0,3	-	-	-	1,5

ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
CANALETA PARSHALL	mg/L	0,3	-	-	-	1,5
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,3	1,5	1,3	1,5	1,5
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,3	0,9	0,8	0,9	1,5
RED NORTE	mg/L	0,3	0,3	0,1	0,3	1,5
RED CENTRO	mg/L	0,3	0,3	0,1	0,3	1,5
RED SUR	mg/L	0,3	0,3	0,1	0,3	1,5

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 6-3** Dispersión lineal del parámetro cloro libre residual

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

La tabla 6-3 se muestra los valores obtenidos de cloro libre residual realizados en la parroquia de San Miguelito durante el período enero-febrero 2017, donde solo se analizó cuatro puntos de muestreo correspondientes al tanque de almacenamiento del agua potable, salida a los domicilios y las redes de distribución domiciliar norte, centro y sur.



En la gráfica 6-3 se apreciar que el agua tratada en el tanque de almacenamiento de agua potable y en la salida a los domicilios cumple con lo establecido en la norma NTE INEN 1108:2014 quinta revisión, mientras que el agua va descendiendo hacia las redes de distribución el cloro libre residual disminuye progresivamente; especialmente en el segundo muestreo se observa valores fuera del límite mínimo permitido (0,3 mg/L).

Relacionando nuestros resultados con la investigación sobre la Inspección preliminar de algunas características de toxicidad en el agua potable domiciliaria, Bogotá y Soacha, por Elizabeth Silva (2012, p. 163), existe concordancia ya que las muestras presentaron niveles de cloro residual inferiores a 0,2 mg/L. (73)

Según Elizabeth Silva (2012, p. 163), durante el periodo lluvioso aumenta la materia orgánica lo cual es indicativo de una deficiencia en la calidad del agua, con formaciones de biopelículas, ecosistemas microbianos que se adhieren a la superficie interna de las tuberías en forma de costras, excretan una matriz extracelular adhesiva y protectora desgastando casi en su totalidad al cloro residual. (73)

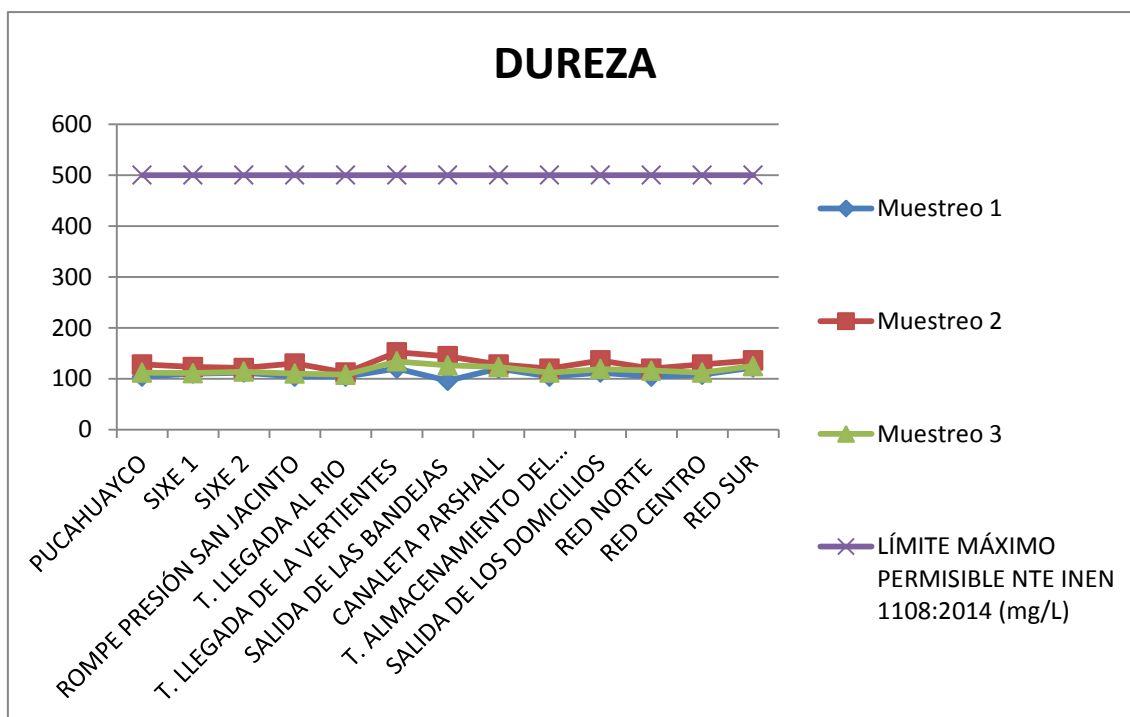
### 3.1.2.2 *Análisis del parámetro dureza según muestras analizadas*

**Tabla 7-3** Datos estadísticos a partir de valores de dureza

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	104	128	112	500
SIXE 1	mg/L	110	123	111	500
SIXE 2	mg/L	112	121	114	500
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	104	130	110	500
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	104	112	108	500
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	120	152	134	500
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	96	144	126	500
CANAleta PARSHALL	mg/L	120	128	123	500
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	104	120	112	500
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	112	136	119	500
RED NORTE	mg/L	104	120	116	500

RED CENTRO	mg/L	108	128	112	500
RED SUR	mg/L	122	136	125	500

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 7-3** Dispersión lineal del parámetro dureza

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

En la tabla 7-3 muestra los datos obtenidos de dureza durante el período enero-febrero 2017 que se realizó los muestreos, donde se indica que las muestras cumplen con lo establecido en la normativa vigente.

La gráfica 7-3 se observa la dispersión lineal de los valores encontrándose por debajo del límite máximo permitido (500 mg/L) en la normativa NTE INEN 11008: 2014 quinta revisión, se puede confirmar que el agua de consumo de la parroquia San Miguelito es de calidad con respecto al parámetro dureza.

Según Tatiana Carreón (2013), valores elevados de dureza están asociados al tipo de suelo, donde predomina la arcilla que está conformada de silicatos, magnesio, carbonatos y bicarbonatos. (74)

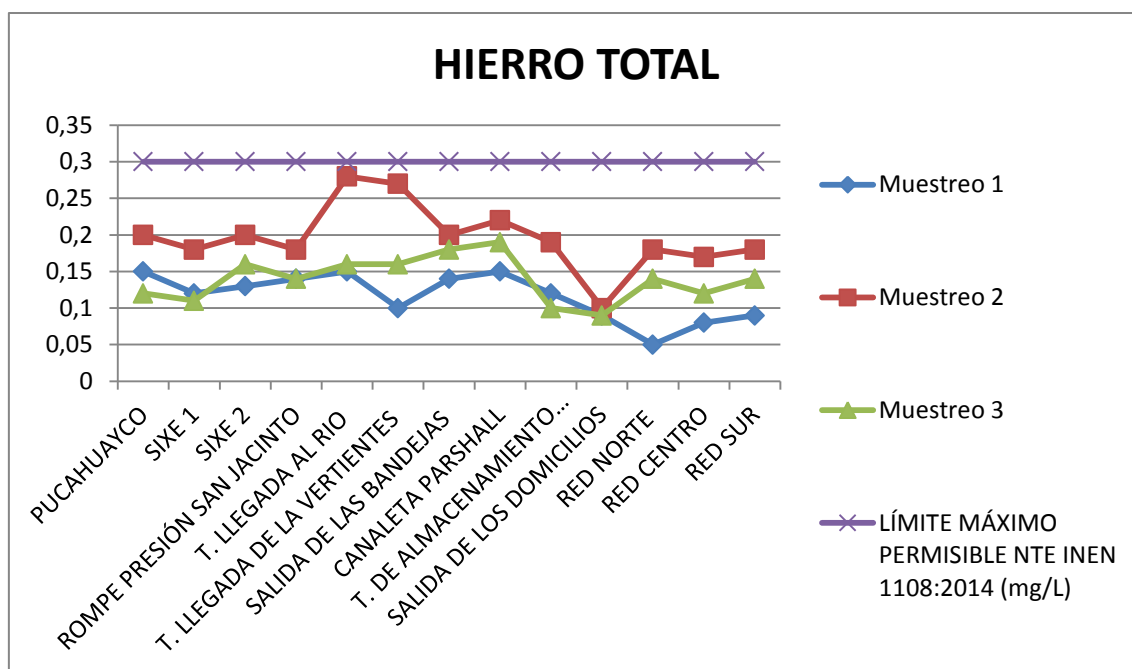
En la investigación realizada sobre el Índice de calidad del agua en la presa la Boquilla en Chihuahua, México, por Héctor Rubio (2014, p.146), el aumento de la dureza puede atribuirse a niveles bajos de agua en época seca lo cual genera mayor concentración de sales; en la presa de Boquilla la mayor concentración de dureza fue 295 mg/L, estando dentro del límite máximo permitido así como los resultados obtenidos en la presente investigación. (75)

### 3.1.2.3 *Análisis del parámetro hierro total según muestras analizadas*

**Tabla 8-3** Datos estadísticos a partir de valores de hierro total

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,15	0,2	0,12	0,3
SIXE 1	mg/L	0,12	0,18	0,11	0,3
SIXE 2	mg/L	0,13	0,2	0,16	0,3
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,14	0,18	0,14	0,3
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,15	0,28	0,16	0,3
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,1	0,27	0,16	0,3
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,14	0,2	0,18	0,3
CANALETA PARSHALL	mg/L	0,15	0,22	0,19	0,3
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,12	0,19	0,1	0,3
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,09	0,1	0,09	0,3
RED NORTE	mg/L	0,05	0,18	0,14	0,3
RED CENTRO	mg/L	0,08	0,17	0,12	0,3
RED SUR	mg/L	0,09	0,18	0,14	0,3

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 8-3** Dispersión lineal del parámetro hierro total

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

Tabla 8-3 muestra los valores obtenidos de hierro total de la parroquia San Miguelito ejecutados en enero-febrero 2017, donde se indica que las muestras están dentro del parámetro establecido en la normativa.

En la gráfica 8-3 se aprecia la dispersión lineal donde se observa los datos que están por debajo del límite máximo permitido (0,3mg/L) en la normativa NTE INEN 1108:2014, siendo el valor más alto 0,28 mg/L perteneciente al segundo muestreo del Tanque de Captación llegada del río y el valor más bajo perteneciente a 0,05 mg/L perteneciente al primer muestreo de la Red de Distribución Norte.

Según Mark L. McFarland y Monty C. Dozier (2001), el hierro es un elemento común de la tierra, a medida que el agua se filtra por el suelo y piedras se disuelven pudiendo llegar a las aguas subterráneas. Las partículas de hierro se acumulan en los tanques de presión y tubos de cañerías donde restringen el flujo y reducen la presión del agua, ocasionando un sabor, olor y color indeseable; no tiene efectos nocivos para la salud pero puede formar una baba rojiza. (76)

Se relacionó este parámetro con los resultados obtenidos en la investigación realizada en el río Conchos, cercano a las ciudades de Parral, Ojinaga y Chihuahua, por Rubio H. (2004), los

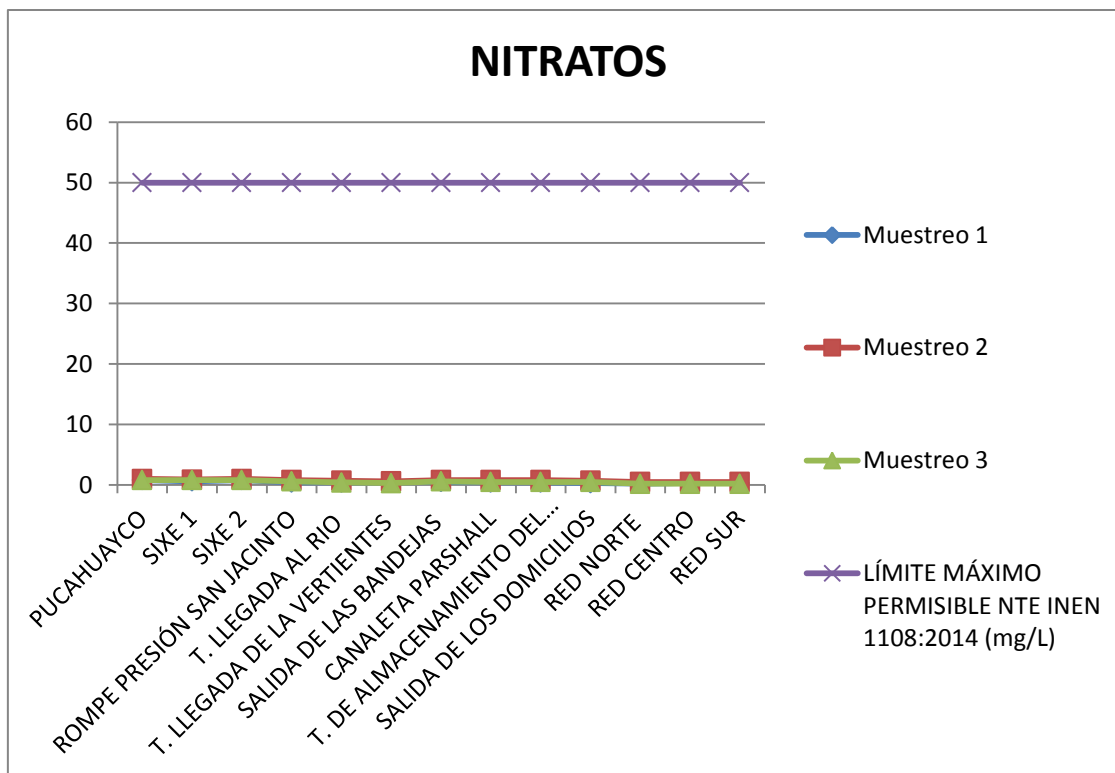
cuales no concuerdan ya que se encontró niveles de hierro de 0.625 y 0.406 mg/L superando los límites máximos permitidos; explica que a niveles elevados puede provocar conjuntivitis, coriorretinitis y retinitis tiene contacto con los tejidos del cuerpo. (77)

#### 3.1.2.4 *Análisis del parámetro nitratos según muestras analizadas*

**Tabla 9-3** Datos estadísticos a partir de valores de nitrato

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,8	1	0,8	50
SIXE 1	mg/L	0,6	0,9	0,8	50
SIXE 2	mg/L	0,8	1	0,8	50
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,4	0,8	0,6	50
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,4	0,7	0,4	50
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,4	0,6	0,3	50
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,5	0,8	0,6	50
CANALETA PARSHALL	mg/L	0,4	0,8	0,5	50
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,4	0,8	0,5	50
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,3	0,7	0,5	50
RED NORTE	mg/L	0,2	0,5	0,2	50
RED CENTRO	mg/L	0,3	0,5	0,2	50
RED SUR	mg/L	0,3	0,5	0,2	50

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 9-3** Dispersión lineal del parámetro nitratos

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

La tabla 12-3 muestra los datos estadísticos de nitritos que se realizaron en el período enero-febrero 2017 de la parroquia San Miguelito, indicando que se encuentran dentro del parámetro establecido en la normativa.

En la gráfica 10-3 se aprecia la dispersión lineal donde se puede observar que los valores obtenidos están por debajo del límite permitido (50 mg/L) en la normativa NTE INEN 1108:2014, confirmando la calidad de agua en base a este parámetro.

Según Rivera N.R. (2004) en la investigación realizada en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile, los datos obtenidos en la presente investigación concuerdan con la publicación manifestada, la cantidad de nitratos fluctuó entre 0,225 y 1,40 mg/L valores que se encuentran dentro del límite permisible en la normativa. (78)

Rivera N.R. (2004), cuando el nitrato está presente en el agua significa que existe en exceso en el área por acción directa e indirecta de la agricultura, además la tendencia a presentar mayores

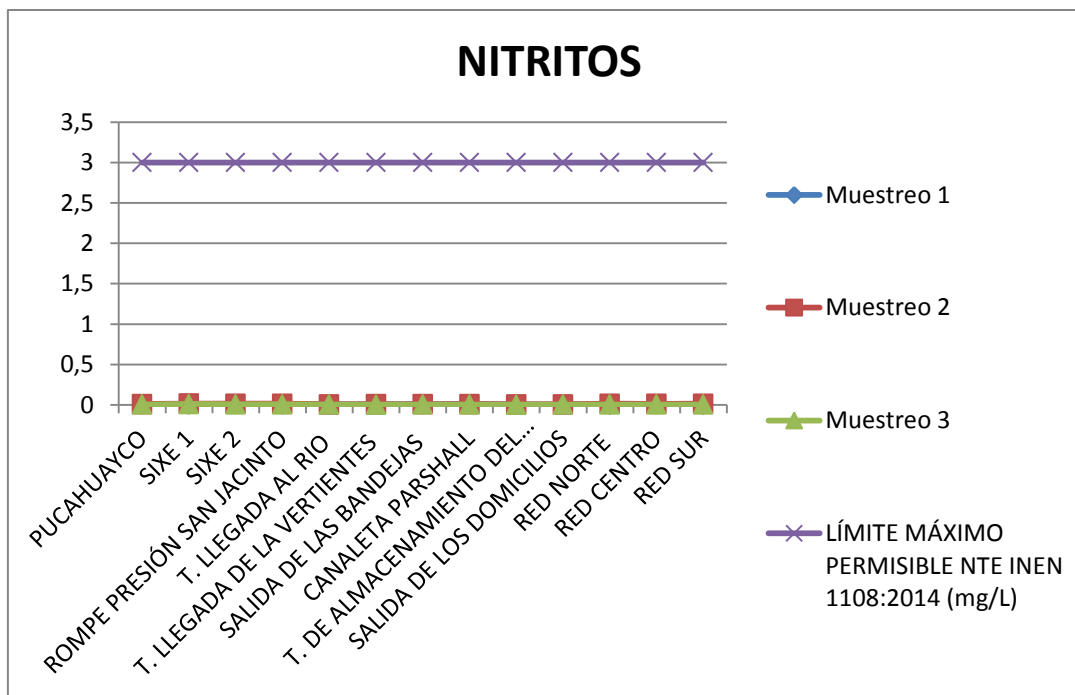
valores de nitratos en el periodo de lluvias, puede atribuirse a un incremento en el arrastre por escorrentía durante la estación lluviosa. (78)

### 3.1.2.5 *Análisis del parámetro nitritos según muestras analizadas*

**Tabla 10-3** Datos estadísticos a partir de valores de nitritos

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,006	0,012	0,006	3
SIXE 1	mg/L	0,008	0,017	0,011	3
SIXE 2	mg/L	0,009	0,015	0,008	3
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,008	0,016	0,007	3
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,006	0,007	0,006	3
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,007	0,009	0,004	3
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,007	0,009	0,005	3
CANALETA PARSHALL	mg/L	0,007	0,011	0,006	3
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,005	0,008	0,004	3
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,005	0,007	0,005	3
RED NORTE	mg/L	0,004	0,015	0,006	3
RED CENTRO	mg/L	0,006	0,013	0,006	3
RED SUR	mg/L	0,004	0,015	0,006	3

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 10-3** Dispersión lineal del parámetro nitritos

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

La tabla 10-3 indica los valores obtenidos a partir de las muestras analizadas durante el período enero-febrero 2017, donde la concentración de nitritos se encuentra dentro del parámetro permitido en la normativa.

En la gráfica 10-3 se muestra la dispersión lineal observándose que los datos obtenidos están por debajo del límite máximo permitido (3 mg/L) en la norma NTE INEN 1108:2014, confirmando que el agua de consumo de la parroquia San Miguelito es de calidad con respecto al parámetro nitritos.

Según Rivera N.R. (2004) en la investigación realizada en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile, se encontraron valores entre 0,001 y 0,004 mg/L concordando con los datos obtenidos en la presente investigación. Indicando que las concentraciones bajas de nitritos son propias de aguas puras sin contaminación y además que el agua no muestra perturbación alguna con el ciclo del nitrógeno. (78)

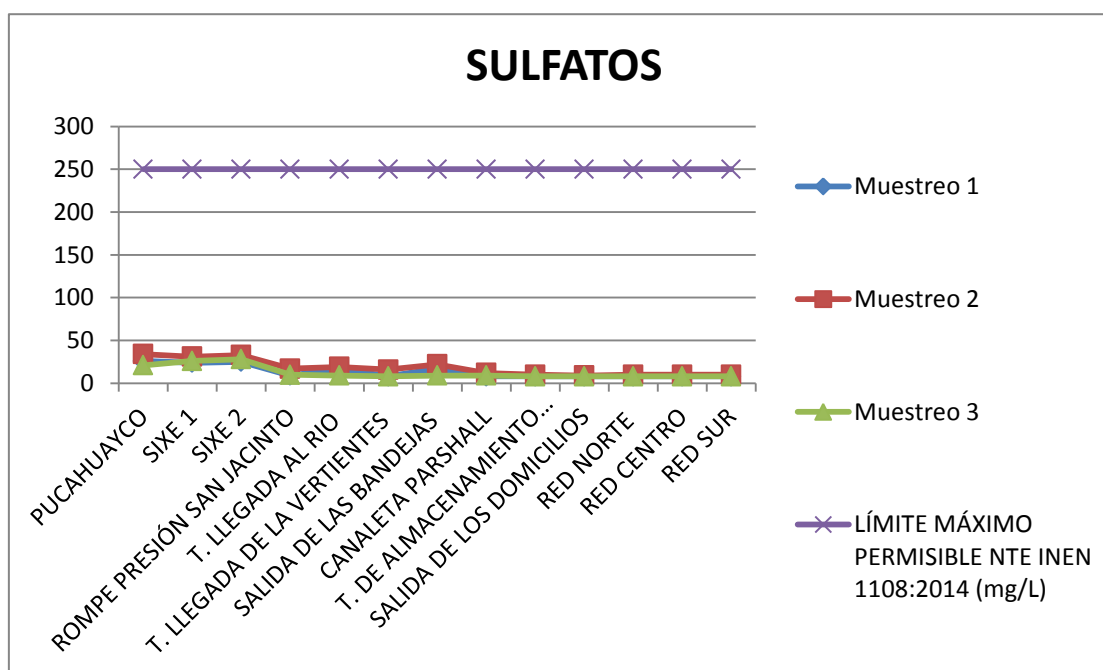


### 3.1.2.6 Análisis de parámetro sulfatos según muestras analizadas

**Tabla 11-3** Datos estadísticos a partir de valores de sulfatos

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	26	34	21	250
SIXE 1	mg/L	24	31	26	250
SIXE 2	mg/L	25	33	28	250
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	9	17	10	250
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	17	19	9	250
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	8	16	8	250
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	17	22	9	250
CANAleta PARSHALL	mg/L	8	12	9	250
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	8	10	8	250
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	8	9	8	250
RED NORTE	mg/L	8	10	8	250
RED CENTRO	mg/L	8	10	8	250
RED SUR	mg/L	8	10	8	250

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 11-3** Dispersión lineal del parámetro sulfatos

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

En la tabla 11-3 muestra los valores obtenidos en los tres muestreos realizados en la parroquia San Miguelito durante el período enero-febrero 2017, los datos se encuentran dentro del parámetro permisible en la normativa.

La gráfica 11-3 se observa la dispersión lineal de cada muestreo, indicando que las concentraciones de sulfatos están por debajo del límite máximo permitido (250 mg/L) en la norma NTE INEN 1108:2014.

Según Carlos A. Severiche (2012, p.7) el ion sulfato es abundante en aguas naturales, aguas de lluvias y suelos ricos en yesos; su determinación proporciona valiosa información respecto a la contaminación y a los fenómenos ambientales, como la producción de ácido sulfúrico proveniente del dióxido de azufre presente en la atmosfera. (39)

Un estudio realizado para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado, por Carlos A. Severiche (2012), concuerda con los datos obtenidos en la presente investigación, ya que presenta valores de sulfatos menores a 40 mg/L no supera el límite permitido. (39)

Carlos A. Severiche (2012) indica que a niveles altos de sulfatos puede acelerar la corrosión de los metales de allí la importancia de su determinación para usos industriales y además puede causar trastornos gastrointestinales en los niños; se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de consumo. (39)

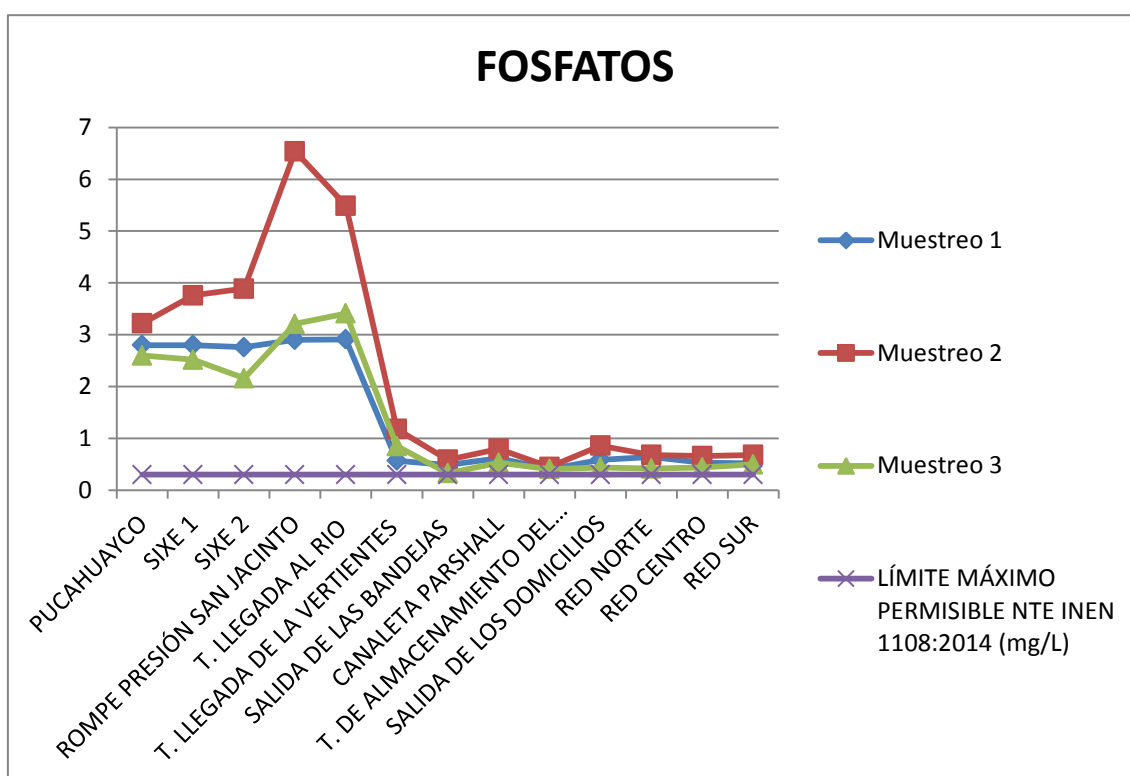
### **3.1.2.7 Análisis del parámetro fosfatos según muestras analizadas**

**Tabla 12-3** Datos estadísticos a partir de valores de fosfatos

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	2,8	3,22	2,6	0,3
SIXE 1	mg/L	2,8	3,76	2,52	0,3
SIXE 2	mg/L	2,76	3,89	2,16	0,3

ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	2,9	6,54	3,21	0,3
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	2,91	5,49	3,41	0,3
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,57	1,18	0,85	0,3
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,49	0,59	0,33	0,3
CANAleta PARSHALL	mg/L	0,62	0,8	0,53	0,3
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,41	0,45	0,41	0,3
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,59	0,86	0,44	0,3
RED NORTE	mg/L	0,64	0,68	0,42	0,3
RED CENTRO	mg/L	0,53	0,66	0,44	0,3
RED SUR	mg/L	0,52	0,68	0,5	0,3

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 12-3** Dispersión lineal del parámetro fosfatos

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

La tabla 12-3 muestra los valores de los análisis obtenidos del parámetro fosfatos de los tres muestreos realizados en el período enero-febrero 2017, indicando valores fuera del límite permitido 0,3 mg/L.

En la gráfica 12-3 podemos observar valores por encima de lo permitido en la norma NTE INEN 1108:2014, siendo valor más alto 6,54 mg/L perteneciente al segundo muestreo del rompe presión San Jacinto.

Según Ana María Gómez Marín (2007, p. 3748) la concentraciones de fosfatos menores a 0,01 mg/l representan aguas con características oligotróficas, aquellos entre 0,01 y 0,02 mg/l, aguas con características mesotróficas, y a mayores valores de fosfatos son aguas con ciertas características eutróficas, y por esto, son las corrientes más propensas a mineralizarse; estos nutrientes pueden provenir de fertilizantes, detergentes, desechos humanos o de animales. (69)

Se relacionó nuestros datos con los de la investigación realizada en las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile, por N.R. Rivera (2004, p.98), no concuerdan con nuestra investigación, ya que se encontró valores entre 0,074 y 0,317 mg/L indicando que se trata de aguas sin contaminación; los fosfatos son uno de los factores limitantes en el crecimiento vegetal, siendo éste un indicador común de tramos superiores de redes fluviales. (78)

Campos (1985) en 30 ríos ritrales encontró valores más altos, con una media de 17,8 y una mínima de 0,9 mg/L aguas con características eutróficas. Los 0,074 a 0,317 encontrados en el área de estudio indican una mínima influencia antrópica por actividad silvoagropecuaria. (78)

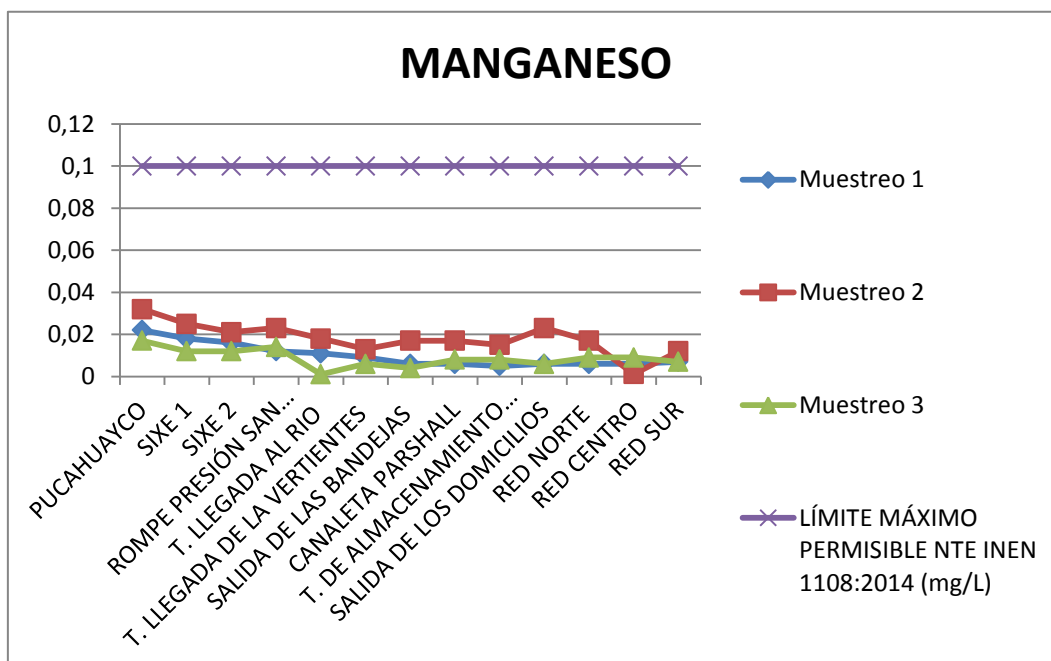
### 3.1.2.8 *Análisis del parámetro manganeso según muestras analizadas*

**Tabla 13-3** Datos estadísticos a partir de valores de manganeso

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,022	0,032	0,017	0,1
SIXE 1	mg/L	0,018	0,025	0,012	0,1
SIXE 2	mg/L	0,016	0,021	0,012	0,1
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,012	0,023	0,014	0,1
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,011	0,018	0,001	0,1
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,009	0,013	0,006	0,1
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,006	0,017	0,004	0,1
CANAleta PARSHALL	mg/L	0,006	0,017	0,008	0,1

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,005	0,015	0,008	0,1
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,006	0,023	0,006	0,1
RED NORTE	mg/L	0,006	0,017	0,009	0,1
RED CENTRO	mg/L	0,006	0,0012	0,009	0,1
RED SUR	mg/L	0,007	0,012	0,007	0,1

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 13-3** Dispersión lineal del parámetro manganeso

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

En la tabla 13-3 se indica los valores obtenidos del parámetro manganeso durante el período enero-febrero 2017, muestra datos que están dentro de lo permitido en la norma NTE INEN 1108: 2014.

La gráfica 13-3 se observa la dispersión lineal de cada muestreo realizado, indicando que la concentración de manganeso se encuentran por debajo del límite máximo permisible en la normativa (0,1 mg/L); confirmando la calidad del agua potable de la parroquia San Miguelito con respecto a este parámetro.

Según Mark L. McFarland y Monty C. Dozier (2001) es un elemento natural que se encuentra en muchos tipos de rocas, se disuelve naturalmente en ríos, lagos y en ciertas aguas subterráneas. Las partículas de manganeso se acumulan en los tanques de presión y tubos de

cañerías ocasionando un sabor, olor y color indeseable; no tiene efectos nocivos para la salud pero puede formar una baba café o negra. (76)

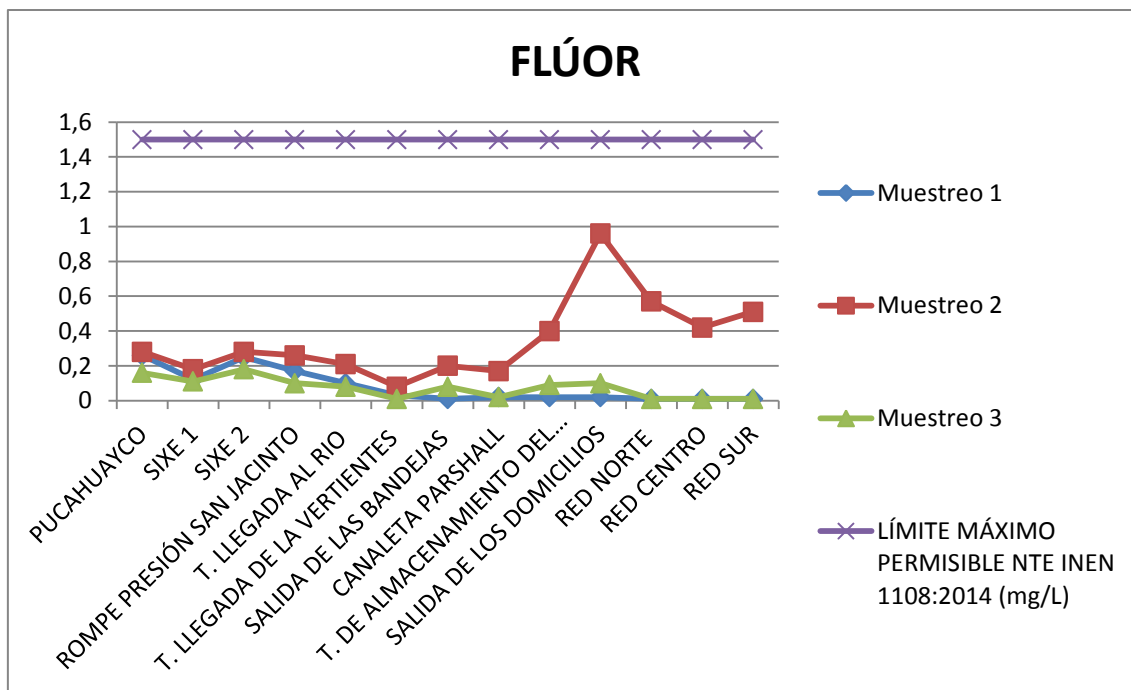
Se relacionó este parámetro con los resultados obtenidos en la investigación realizada en el Agua Potable con Tendencia Corrosiva por Dióxido de Carbono, por Eduardo Trujillo (2008, p. 98), los cuales no concuerdan ya que se encontró niveles de manganeso 0,8 mg/L superando los límites máximos permitidos; debido a que se libera en el proceso de corrosión en los materiales metálicos, ya que se encuentra combinado con el hierro. (79)

### 3.1.2.9 *Análisis del parámetro flúor según muestras analizadas*

**Tabla 14-3** Datos estadísticos a partir de valores de flúor

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,26	0,28	0,16	1,5
SIXE 1	mg/L	0,12	0,18	0,11	1,5
SIXE 2	mg/L	0,25	0,28	0,18	1,5
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,17	0,26	0,1	1,5
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,1	0,21	0,08	1,5
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,03	0,08	0,01	1,5
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,01	0,2	0,08	1,5
CANAleta PARSHALL	mg/L	0,02	0,17	0,02	1,5
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,02	0,4	0,09	1,5
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,02	0,96	0,1	1,5
RED NORTE	mg/L	0,01	0,57	0,01	1,5
RED CENTRO	mg/L	0,01	0,42	0,01	1,5
RED SUR	mg/L	0,01	0,51	0,01	1,5

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 14-3** Dispersión lineal del parámetro flúor

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.

En la tabla 14-3 muestra los datos estadísticos de los tres muestreos realizados en el período enero-febrero 2017, indicando que se encuentran dentro del parámetro establecido en la normativa.

La gráfica 14-3 se observa la dispersión lineal del parámetro flúor donde se puede apreciar que los valores obtenidos se encuentran por debajo del límite permitido en la norma NTE INEN 1108:2014, se puede evidenciar que el agua potable de la parroquia San Miguelito es de calidad con respecto a este parámetro.

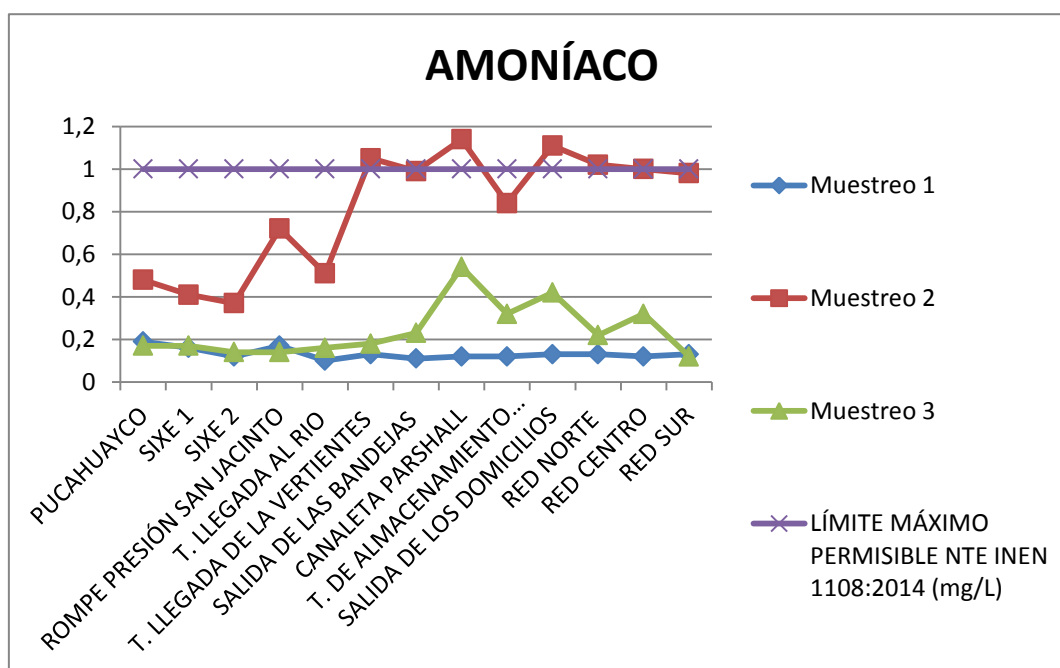
Se relacionó nuestros resultados con los obtenidos en la investigación realizada de Fluorosis dental en niños y flúor en el agua de consumo humano. Mexticacán, Jalisco, México, por Teresa Pérez (2007, p. 216), no concuerdan ya que se encontraron valores de 2,0 mg/L los cuales exceden lo establecido en la normativa, esto se debe a la mezcla del agua termal con el resto del agua que abastece a la población, provocando a los niños fluorosis dental. (80)

### 3.1.2.10 Análisis del parámetro amoníaco según muestras analizadas

**Tabla 15-3** Datos estadísticos a partir de valores de amoníaco

LUGAR DE MUESTREO	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
PUCAHUAYCO	mg/L	0,19	0,48	0,17	1
SIXE 1	mg/L	0,16	0,41	0,17	1
SIXE 2	mg/L	0,12	0,37	0,14	1
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	mg/L	0,17	0,72	0,14	1
T. LLEGADA AL RIO	mg/L	0,1	0,51	0,16	1
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	mg/L	0,13	1,05	0,18	1
SALIDA DE LAS BANDEJAS	mg/L	0,11	0,99	0,23	1
CANAleta PARSHALL	mg/L	0,12	1,14	0,54	1
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	mg/L	0,12	0,84	0,32	1
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	mg/L	0,13	1,01	0,42	1
RED NORTE	mg/L	0,13	1,02	0,22	1
RED CENTRO	mg/L	0,12	1	0,32	1
RED SUR	mg/L	0,13	0,98	0,12	1

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 15-3** Dispersión lineal del parámetro amoníaco

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



En la tabla 15-3 indica los datos estadísticos de amoníaco realizados durante el período enero-febrero 2017, muestra valores que superan el límite permitido (1 mg/L) en la norma NTE INEN 1108:2014, Agua Potable.

La gráfica 15-3 se observa la dispersión lineal del parámetro amoníaco, se puede apreciar que en el segundo muestreo se encuentran los valores fuera de las especificaciones dado en la normativa; siendo el valor más alto 1,14 mg/L perteneciente a la Canaleta Parshall.

Según Gómez (2012) el agua de lluvia presenta algunas trazas de amoníaco debido a la disolución del nitrógeno en la atmosfera, por lo tanto en épocas lluviosas puede elevar los niveles de este compuesto.

En la investigación realizada del agua en la parte alta de las cuencas Juan Cojo y el Salado (Girardota – Antioquia, Colombia), por Ana Gómez (2007, p. 3741); el punto de muestreo 25 presenta un gran contenido de amoniaco (24,9 mg/l) concuerdan con la presente investigación ya que supera los niveles establecidos en la normativa. (69)

Ana Gómez (2007, p. 3741) indica que es explicable considerando que representa a una fuente subterránea, en la cual la concentración de oxígeno es baja y por tanto el amoníaco no puede estabilizarse a nitrato; demuestra que aguas arriba de esta zona existen focos de contaminación que drenan nutrientes a las aguas. (69)

### **3.1.3 *Análisis microbiológico del agua***

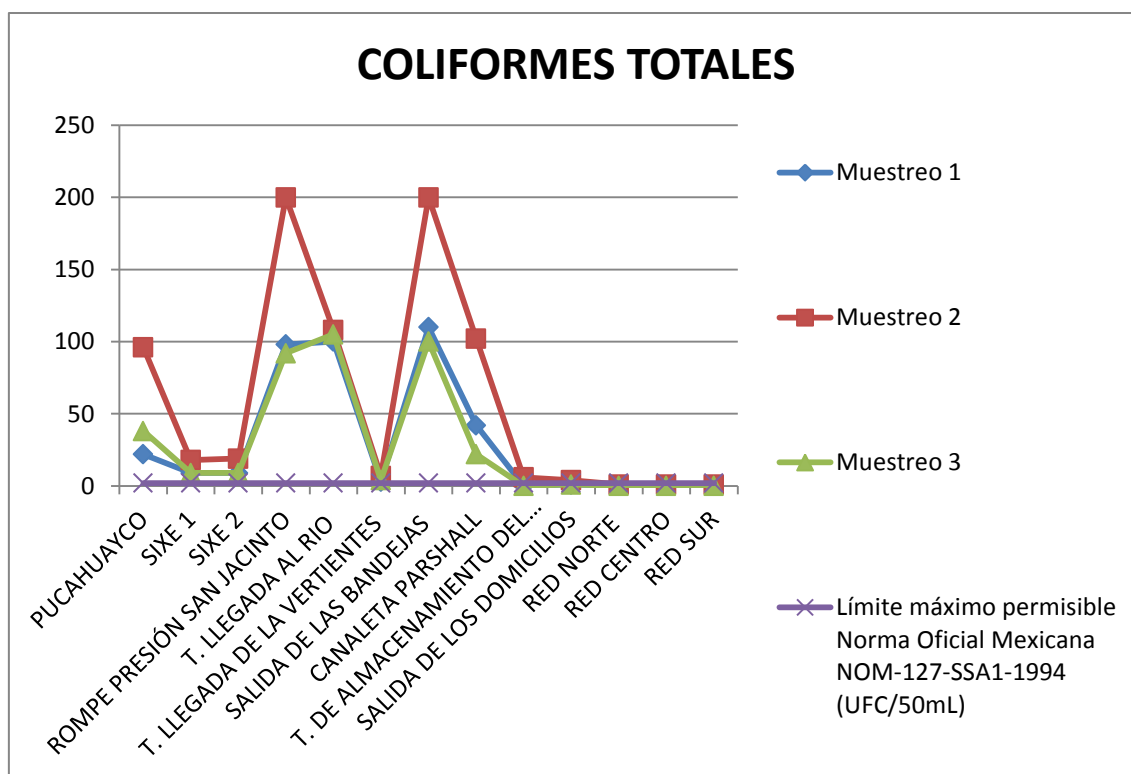
El análisis microbiológico de las muestras de agua tomadas del sistema de agua potable de la parroquia San Miguelito se realizaron en el Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias.

### 3.1.3.1 Análisis de coliformes totales

**Tabla 16-3** Datos estadísticos a partir del conteo de coliformes totales

LUGAR DE MUESTREO	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1- 1994 (UFC/50mL)
PUCAHUAYCO	22	96	38	2
SIXE 1	9	18	9	2
SIXE 2	9	19	9	2
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	98	200	92	2
T. LLEGADA DEL RIO	100	108	105	2
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	3	7	4	2
SALIDA DE LAS BANDEJAS	110	200	100	2
CANALETA PARSHALL	42	102	22	2
T. DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	0	4	0	2
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	0	2	0	2
RED NORTE	0	1	0	2
RED CENTRO	0	1	0	2
RED SUR	0	1	0	2

Realizado por: TENELEMA, Deisy 2017.



**Gráfica 16-3** Dispersión lineal a partir del conteo de coliformes totales

Realizado por: TENELEMA Deisy 2017.

En la tabla 16-3 muestra los datos estadísticos del conteo de coliformes totales que se realizaron en el período enero-febrero 2017, indicando que las muestras analizadas estaban contaminadas y no cumplen con lo establecido en la norma oficial Mexicana NOM-127.SSA1-1994.

La gráfica 16-3 se observa la dispersión lineal donde el río Pucahuayco tiene mayor contaminación que las vertientes Sixe 1 y Sixe2, esto se deberse a su ubicación ya que el río se encuentra más expuesto a la contaminación por el hombre y animales que habitan por el lugar, mientras que las vertientes se encuentran bajo la montaña; no tiene riesgo de contaminación por animales y en su alrededor no hay tierras destinadas para la agricultura.

El rompe presión San Jacinto muestra valores entre 100-200 UFC/50mL, son datos muy altos que sobrepasan lo establecido en la normativa; se debe a que se encuentra ubicada alrededor de animales de pasto y tierras destinadas a la agricultura, sin ningún seguro que pueda evitar cualquier contaminación; además que concuerda sus datos ya que está agua llega al tanque de captación llegada del río donde también tiene valores muy altos de coliformes totales.

La salida de las bandejas es un foco de contaminación se encuentra a la intemperie y además no le dan una adecuada limpieza, puede ser la causa de encontrar valores muy altos de coliformes totales; en la Canaleta Parshall hay una disminución de la contaminación ya que se añade un floculante (policloruro de aluminio) encargado de remover el color y materia coloidal.

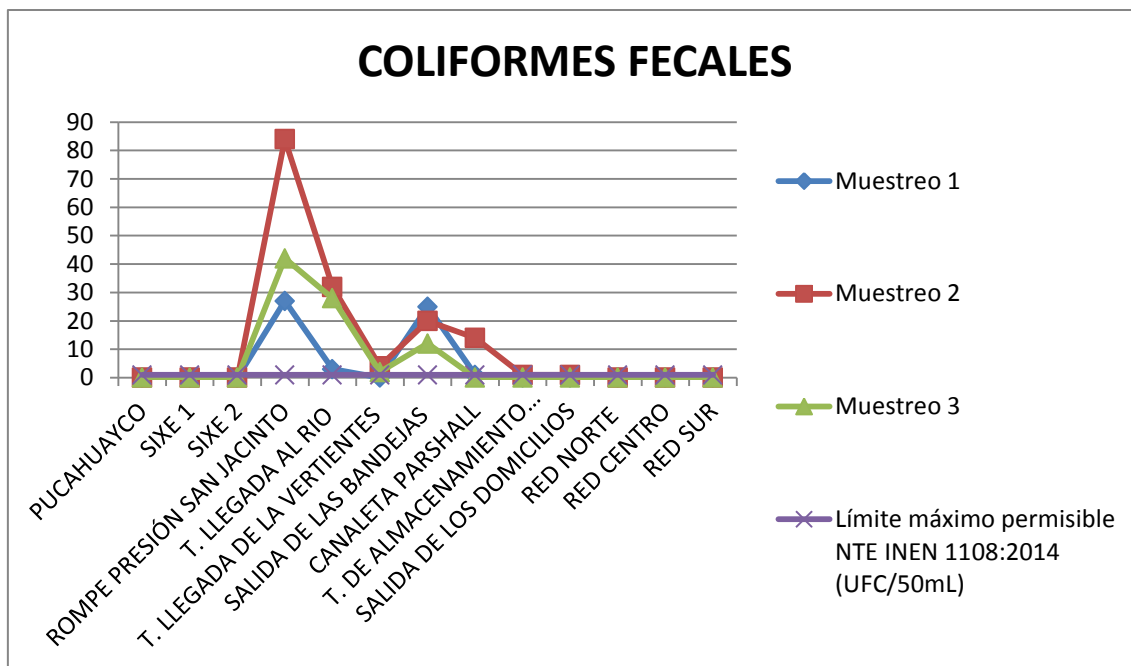
Luego de pasar por todo el sistema de tratamiento el agua va hacia el tanque de almacenamiento de agua potable, donde se puede apreciar que el agua de salida a los domicilios y las redes de distribución domiciliar no existe contaminación alguna cumpliendo con lo establecido en la normativa. En el segundo muestreo realizado el 29 de enero del 2017 se observa cierto crecimiento de colonias que puede deberse a que el caudal aumenta debido a temporada lluviosa.

### 3.1.3.2 *Análisis de coliformes fecales*

**Tabla 17-3** Datos estadísticos a partir del conteo de coliformes fecales

LUGAR DE MUESTREO	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (UFC/50mL)
PUCAHUAYCO	0	0	0	1
SIXE 1	0	0	0	1
SIXE 2	0	0	0	1
ROMPE PRESIÓN SAN JACINTO	27	84	42	1
T. LLEGADA AL RIO	3	32	28	1
T. LLEGADA DE LA VERTIENTES	0	4	2	1
SALIDA DE LAS BANDEJAS	25	20	12	1
CANALETA PARSHALL	1	14	0	1
T. DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA POTABLE	0	1	0	1
SALIDA DE LOS DOMICILIOS	0	0	0	1
RED NORTE	0	0	0	1
RED CENTRO	0	0	0	1
RED SUR	0	0	0	1

Realizado por: TENELEMA Deisy 2017.



**Gráfica 17-3** Dispersión lineal a partir del conteo de coliformes fecales

Realizado por: TENELEMA Deisy 2017.

En la tabla 17-3 muestra los datos estadísticos del conteo de coliformes fecales que se realizaron en la parroquia San Miguelito durante el período enero-febrero 2017, mostrando valores fuera de lo permitido en la normativa NTE INEN 1108:2014.

La gráfica 17-3 se observa la dispersión lineal de los puntos de muestreo identificando coliformes fecales, donde el rompe presión San Jacinto indica valores entre 27 a 84 UFC/50mL durante los tres muestreos; tiene concordancia con lo obtenido en coliformes totales y además se puede afirmar la presencia de *E. coli* ya que en las placas de m-Endo se observó colonias verde brillante característica de este microorganismo.

El tanque de almacenamiento de llegada del río, salida de las bandejas y en la Canaleta Parshall se observa en las placas Endo MFC la presencia de coliformes fecales; puede deberse a la contaminación que ocurrió en el rompe presión San Jacinto ya que se ha identificado que este punto es el foco de contaminación para los demás puntos de muestreo y además que aún no recibe ningún tratamiento de desinfección.

Mientras que al pasar por todo el tratamiento de desinfección se aprecia que en los siguientes puntos de muestreo ya no hay contaminación por coliformes fecales, llegando al consumidor agua potable inocua libre de contaminantes.

En un estudio realizado sobre los Niveles de contaminación del agua potable en la cabecera municipal de Ascensión, Chihuahua, México, por Héctor Osbaldo Rubio (2015, p.192), indica que la mayor presencia de coliformes se observó en el verano que corresponde a la temporada de lluvias e hizo que se incrementara el nivel de contaminación. (81)

En la investigación realizada del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México, por Esperanza Robles (2012, p.24), los pozos 9 y 4 tienen presencia de coliformes entre 100-200 UFC/100mL, debido a se encuentran ubicados en la zona rural alrededor del campo agrícolas que no cuentan con protección. (82)

Concuerda con la presente investigación ya que el agua cruda tiene contaminación fecal debido a las zonas de captación del agua que sirve para el pastoreo de los animales, mientras que el agua tratada no se encontró presencia de estos contaminantes.

## CONCLUSIONES

Se evaluaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de la Junta de Agua Potable de la Parroquia San Miguelito, en muestras tomadas de trece puntos de muestreo, se analizaron en el Laboratorio de Agua de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, siguiendo la metodología de la norma NTE INEN 1108:2014 (Métodos Normalizados para el análisis del Agua Potable y Residual), *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, normas APHA, métodos HACH y los métodos de filtración de membrana.

Al determinar los parámetros físicos como: pH, color, turbiedad, sólidos totales disueltos y conductividad, constatamos que se encuentra dentro del rango permitido en la normativa; excepto del parámetro color que no cumple con el límite permisible en la normativa NTE INEN 1108:2014; puede deberse a la presencia de materia orgánica, plancton o desechos industriales, pero esto solo ocurre en el agua que no ha sido potabilizada, al pasar por la Canaleta Parshall se le añade un floculante (Policloruro de aluminio) que ayuda a la clarificación del agua.

Al analizar los parámetros químicos: cloro libre residual, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, sulfatos, fosfatos, manganeso, flúor y amoníaco se encuentra dentro del rango permitido en la norma NTE INEN 1108:2014; excepto por los parámetros cloro libre residual, fosfatos y amoníaco, se encuentran fuera del límite puede deberse a que provienen de agua subterráneas ricas en minerales y en sus alrededores existe vegetación. Mientras que el cloro se encontró niveles bajos esto se debe a que en épocas lluviosas hay un aumento de la materia orgánica llegando a degradar al cloro.

Se realizó la cuantificación de Coliformes totales y fecales a través de método de filtración por membrana, podemos constatar que el agua potable se encuentra dentro del rango permisible en la norma NTE INEN 1108:2014, no obstante se identificó en las muestras recolectadas previo al tratamiento convencional el crecimiento de coliformes totales y fecales; mientras que en el agua tratada y clorada que es distribuida a las redes domiciliarias no hubo crecimiento microbiano.

Se determinó que en la parroquia San Miguelito los factores que influyen para que el agua cambie sus características son: la zona de ubicación de los puntos de muestreo y la temperatura; ya que los puntos de muestreo que aún no han recibido ningún tratamiento se encuentran en lugares donde habitan animales de pastoreo y tierras destinadas a la agricultura, además en las épocas de lluvia existe mayor contaminación debido a que no existe ninguna protección.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la parroquia San Miguelito mejorar infraestructuras y proteger áreas riesgosas de contaminación, sobre todo en los lugares que se encuentran accesibles para la población.

Se aconseja a los directivos del agua realicen mayor control y mantenimiento del canal en las zonas aledañas ya que por falta de vigilancia los habitantes de los distintos sectores aprovechan para tomar el agua de esos lugares.

Se recomienda monitorear diariamente la dosificación de cloro e instalar un regulador de caudal al ingreso de los tanques, debido al aumento del caudal que ocurre por las fuertes lluvias.

Para disminuir la contaminación del agua por fosfatos y amoníaco, durante la trayectoria del canal se puede plantear soluciones que ayuden a evitar este tipo de problemas como la biorremediación de aguas contaminadas y proteger las fuentes de agua con retiros de vegetación.

Realizar un control continuo del mantenimiento de la planta potabilizadora y también capacitar a los operadores sobre una correcta desinfección que no exista contaminación cruzada con el agua a tratar.

Se recomienda utilizar un filtro lento con carbón activado y un floculante como el Chemfloc para poder disminuir progresivamente el color, los fosfatos y el amoníaco.



## BIBLIOGRAFÍA

**AZNAR, Antonio.** *Determinación de los Parámetros de Calidad de las Agua.* [En línea] 12 de Julio de 2015.

[Citado el: 9 de Febrero de 2017.]

<http://ocw.uc3m.es/ingenieriaquimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>.

**APHA, AWWA y WPCF 2015.** *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* Madrid - España : Editorial Días de Santos, 1991. pp. 79-87.

**ALMUDENA , Antón y LIZASO, Jesús.** *Nitritos, nitratos y nitrosaminas. Tres Campos* Vol. 1. n° 25, 2001, Madrid – España, pp 276-282.

**ALARCÓN Ma. Teresa, DOMÍNGUEZ , Alejandra y MARTÍN, Ignacio .** Concentración de flúor en el agua potable: su relación con la fluorosis dental. *FEMISCA* Vol. 6. n° 14, 2002, Cancún- México, pp. 31-109 .

**ARCOS Pulido, Mireya del Pilar, y otros.** Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA* Vol. 3 n°4, 2005, Cundinamarca – Colombia, pp.149-161.

**ARIAS, Óscar Ospina, y otros.** Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia). *Ingeniería Solidaria* Vol. 12. n°19, 2016, Ibagué- Colombia, pp. 83-122

**BRASIL, MINISTERIO DE SALUD -.** *Manual Práctico de Análisis de Agua.* Brasilia : Fundación Nacional de Saúde, 1° Edición, Brasil-Brasília, 2013. pp. 56-57.

**BOJACA, Rocio, HERNANDEZ, Ana y DUQUE, Marta Elena.** Sulfatos en agua por el metodo nefelométrico : *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientale*, Vol. 9. n° 3, 2007, Colombia-Bogotá, pp.12-28.

**BERRUETA, Teresa Uribarren.** *Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina.* [En línea] GIARDIASIS o GIARDIOSIS 2011.

[Citado el: 25 de Febrero de 2017.]

<http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/giardiasis.html>.

**CENTRO AGRONÓMICOTROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE).** Escuela de Posgrados . *Programa de Educación para el desarrollo y la conservación* . [En línea] julio de 2005.

[Citado el: 10 de Enero de 2017.]

<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>.

**IGLESIAS , Rosado, y otros.** Importancia del agua en la hidratación de la población española: *documento FESNAD CODEN NUHOEQ*. Vol. 26, n°1, 2011, Madrid-España, pp. 1-33

**CARPIO, Ing. Marcelo, y otros.** NTE INEN 1108, Requisitos del agua potable. *NTE INEN* [En línea] Quito : Comité Interno INEN, 2014.

[Citado el: 28 de Diciembre 2016].

[<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>]

**CHARIGUAMÁN MAURISACA, Nancy Elizabeth.** Estudio estadístico de la calidad del agua de consumo doméstico en sus características: físico, Químico y bacteriológico en el sector rural del cantón Guamote de la provincia de Chimborazo. [En línea] (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador-Chimborazo. Julio de 2011.

[Citado el: 8 de Febrero de 2017.].

[dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1312/1/226T0017.pdf](https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1312/1/226T0017.pdf).

**CLESCERI, Lenore.** *Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales.* Díaz de Santos, Madrid-España, 1992, pp 16-18.

**CANTER, Larry.** *Manual de Evaluación del Impacto Ambiental*. DVINNI EDITORIAL LTDA, Oklahoma – EEUU, 1998. pp. 154.

**CALIDAD DEL AGUA.** [En línea] 7 de Febrero de 2003. Calidad del agua potable

[Citado el: 15 de Febrero de 2017.].

<http://www.aquagest-regiondemurcia.es/img/contenidos/1/ficha-sobre-calidad-del-agua.pdf>.

**LA DUREZA DEL AGUA.** [En línea] 2016. La Dureza del agua.

[Citado el: 18 de Febrero de 2017.].

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/leip/valenzuela\\_m\\_td/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leip/valenzuela_m_td/capitulo3.pdf).

**CUCHIMAQUE, Carolina.** *Remoción de hierro y manganeso en agua naturales por adsorción-oxidación sobre Zeolita natural tipo Clinoptilolita*. [En línea] (Tesis) Universidad Industrial de Santander, 2006. Colombia-Bucaramanga.

[Citado el: 20 de Febrero de 2017.].

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/512/2/119498.pdf>.

**CARVAJAL, Juan Lenis.** *Transcripción de Presencia de Nitrito, Nitrato y Amonio en el agua*. [En línea], Madrid- España , PREZI, 2015.

[[https://prezi.com/x\\_ug6d7hqz4r/presencia-de-nitrito-nitrato-y-amonio-en-el-agua/](https://prezi.com/x_ug6d7hqz4r/presencia-de-nitrito-nitrato-y-amonio-en-el-agua/)].

**CARRILLO ZAPATA, Elisa Maricela y LOZANO CAICEDO, Aura María.** *Validación del método de detección de Coliformes totales y fecales en agua potable agar Chromocult*. [En línea] (Tesis) Pontificia Universidad Javeriana, Colombia-Bogotá. 2008.

[Citado el: 23 de Febrero de 2017.]

<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>.

**CHIRUCHI, Juan Antonio, y otros.** *Manual de procedimientos analíticos para aguas y efluentes*. Laboratorio de DINAMA, Montevideo – Uruguay, 1996, pp. 46-48.

**CLARA, Mario René.** *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Turrialba-Costa Rica, CATIE, 2005, pp. 88-90.

**CARREÓN, Tania, SEDEÑO DÍAZ, Jacinto Elías y LÓPEZ LÓPEZ, Eugenia .** Evaluación de la calidad del agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México, mediante técnicas multivariadas: un análisis de valoración para dos épocas 2005, 2009-2010. *Rev. Int. Contam. Ambient.* Vol. 29, n°3, 2013. Guanajuato-México pp. 67-88.

**DÍAZ-PULIDO, Angélica Paola, y otros.** Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia. *Javeriana* Vol. 11, n° 1, 2009. Bogotá-Colombia, pp. 1-44.

**DELGADO, Carlos Días.** Remoción de hierro y manganeso en fuentes de agua subterránea para abastecimiento público. [aut. libro] RIPDA-CYTED. *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Estado de México, 2003, pp. 37 - 54.

**DOMÉNECH, Javier.** Cryptosporidium y Giardia, problemas emergentes en el agua de consumo humano. *OFFARM*. Vol. 22, n° 11, 2003. Sabadell – España pp. 380-421.

**FERNANDEZ CIRELLI, Alicia.** El agua: un recurso esencial. *E-ISSN* [En línea] Universidad de Buenos Aires, 2012, Buenos Aires-Argentina, Vol. 11, n° 3 pp. 825-900.

[Consulta: 28 de Diciembre del 2016].

<http://www.redalyc.org/pdf/863/863250900002.pdf>.

**FOLKL, Alex.** *Niveles de hierro en el agua potable*. [Muy Fitness] Blas Isaguirres, Quito-Ecuador, 2017.

**FUSTEL., Eva Alonso, SAÉNZ, Fernando Armentia y AGUIRRE Urizar, Jose Manuel .** *Fluoración del agua de consumo en la capv informe final EIS*. Vasco - Vitoria : EUSKO JAURLARITZA, Gobierno de Vasco, 2014, pp. 1-80.

**GUNNARSDOTTIR, Maria J., y otros.** Chemical quality and regulatory compliance of drinking water in iceland. *Reikiavik : International Journal of Hygiene and Environmental Health*. Vol. 127, nº 6, 16 de Septiembre de 2016, Islandia- Reikiavik, pp. 289–301.

**GREGORI, Mireia Illana.** *Estudio de la adsorción de fosfatos en aguas de depuradora mediante intercambiadores iónicos*. [En línea] (Tesis) Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, 2014, Enginyer Químic.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/22649/Estudio%20de%20la%20adsorci%C3%B3n%20de%20fosfatos%20en%20aguas%20de%20depuradora%20m.pdf?sequence=1>.

**GÓMEZ-MARÍN, Ana María, y otros.** Calidad del agua en la parte alta de las cuencas calidad del agua en la parte alta de las cuencas Juan Cojo y el Salado Girardota y el Salado (Girardota – Antioquia, Colombia). *Rev.Fac.Nal.Agr.* Vol. 60, nº 1, 2007, Medellin-Colombia, pp. 521-680.

**ALEMANIA, HACH.** *DR 2800 manual del usuario*. Alemania : ©Hach Company, 2005. DOC026.92.00748.

**ESPAÑA, INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO, (INSHT).** *Giardia lamblia*. DATABiO, Madrid- España, 2015, p.78.

**CHILE, INSTRUMENT, HANNA.** *Manual de instrucciones HI 98129*. Lo Echevers 311, Quilicura, Santiago - Chile : hannachile, 2012, pp. 1-65.

**JIMÉNEZ, Antonio Aznar.** Determinación de los parámetros fisico-químicos de calidad de las aguas. *Universidad Carlos III*. Vol. 2, nº 23, 2000, Leganes- Madrid, pp. 12 - 19.

**JAIME, Gaibor.** Microcuenca. *Inventario Participativo y Propuesta de alternativas de manejo sustentable de los Recursos Hídricos de la Microcuenca del Río Pitzambiche*. [En línea] Proyecto SNAP-GEF, Cotacachi – Ecuador 2005.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/889145/Diagn%C3%B3stico+de+los+Recursos+H%C3%ADricos+de+la+Reserva+Ecol%C3%B3gica+Cotacachi+-+Cayapas+Propuesta+de+Monitoreo+de+Recursos+H%C3%ADricos..pdf/192d0fac-da0f-4e20-93ae-b7fa1218bde5?jsessionid=bLdpXKjU8DBuYriiQ0-6uOkH>.

**LÓPEZ-GETA, Juan Antonio, y otros.** *Las Aguas Subterráneas*. Madrid : Instituto Geológico y Minero de España, Madrid-España, 2009, pp. 14.

**LUZERN, Switzerland.** *Valor del agua y sus consecuencias*. [En línea] ECOLOGICAL Y ENVIRONMENT FRIENDLY, ALGEN FREI., Madrid-España, 2004.

[Citado el: 20 de Febrero de 2017.]

<http://es.algenfrei.com/es/valor-del-agua-y-sus-consecuencias.html>.

**LEÓN, Sanitarias de Castilla y.** *Recuento de Coliformes Totales Filtración a través de membrana*. [En línea] Madrid-España, 2016.

[Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

[http://virus.usal.es/Web/demo\\_fundacua/demo2/FiltraMembColiT\\_auto.html](http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html).

**MOTTA, Piris da.** *Hierro y Manganese en Aguas Superficiales y Subterránea de la Provincia de Misiones*. [En línea] Colombia-Bogotá, 2011.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/argcca011.pdf>.

**MCFARLAND, Mark L. y DOZIER, Monty C.** Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso. *Instituto de aguas de Texas*. Vol. 2, n° 4, 2001, Estados Unidos-Texas, pp.41-76.

**NITRATO EN EL AGUA POTABLE.** [En línea] cdaguas, 2003.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

[http://www.cdaguas.com.ar/pdf/aguas/06\\_Nitratos\\_en\\_agua\\_potable.pdf](http://www.cdaguas.com.ar/pdf/aguas/06_Nitratos_en_agua_potable.pdf).

**SALUD PÚBLICA CAROLINA DEL NORTE. NCPH,** *Hoja informativa sobre las bacterias coliformes.* [En línea] División de Salud Pública de Carolina del Norte, Septiembre de 2009.

[Citado el: 20 de Febrero de 2017.]

[http://epi.publichealth.nc.gov/oe/docs/Las\\_Bacterias\\_Coliformes\\_WellWaterFactSt.pdf](http://epi.publichealth.nc.gov/oe/docs/Las_Bacterias_Coliformes_WellWaterFactSt.pdf).

**ORTIZ MAYORGA, Laura Cecilia.** Análisis físico, químico y microbiológico del sistema de agua de la junta administradora de agua potable y alcantarillado Regional Yanahurco antes y después del tratamiento convencional. [En línea] (Tesis) ESPOCH, Riobamba, Julio de 2015, pp. 1-90.

[Citado el: 24 de Enero de 2017.]

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4628.pdf>.

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** Guías para la calidad del agua potable. *Organización Mundial de la Salud.* [En línea] 17 de Abril de 2003.

[Citado el: 2016 de Diciembre de 27.]

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf).

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).** Guías de la OMS para la calidad del agua potable. *Ammonia in drinking-water.* [En línea] 17 de Abril de 2003.

[Citado el: 20 de Febrero de 2017.]

[http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs\\_quimicos/Amoniaco.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_quimicos/Amoniaco.pdf).

**ORDOÑEZ GÁLVEZ, Juan Julio, CASAVARDE RIVEROS, Miriam Rocío y NOVOA GOICOCHEA, Zaniel I. .** *Aguas subterráneas-acuíferos*. Lima-Perú : Sociedad Geográfica de Lima, 2011, pp. 46-50.

**PÜTZ, Ing. Petra.** *Analítica de laboratorio y sistema de control de proceso nutrientes fosfato*. [En línea] LANGE HACH., 2008.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

[https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/87050/fosfatos.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87050/fosfatos.pdf).

**PAHO.org.** *Manganeso*. [En línea] PAHO, 2003.

[Citado el: 20 de Febrero de 2017.]

[http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs\\_quimicos/Manganeso.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_quimicos/Manganeso.pdf).

**PÉREZ PATIÑO, Teresa de Jesús, y otros.** Fluorosis dental en niños y fluor en el agua de consumo humano. *Medigraphic Artenisa*. Vol. 9, n° 3, 2007. Mexicacán, Jalisco- México, pp. 23-38.

**QUÍMICA ANALÍTICA AMBIENTAL.** [En línea] 2010.

[Citado el: 15 de Febrero de 2017.]

[http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia\\_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf](http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf).

**QUIRÓS, Francisco Ramírez.** *El Cryptosporidium y su eliminación en las ETAPs* . [En línea] Departamento Tratamiento de Agua. Canal Isabel II. Madrid.

[Citado el: 24 de Febrero de 2017.]

<http://cidta.usal.es/residuales/libros/logo/pdf/Cryptosporidium.pdf>



**ROJAS , Ricardo.** Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. *OPS/CEPIS/PUB.* Vol. 02, n° 79, 2002, Lima-Perú, pp.88-112.

**ROMERO ROJAS , Jaime Alberto.** *Calidad del agua.* Segunda Edición. Bogotá - Colombia : Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. pp. 31-32.

**ROMERO ROJAS, Jairo Alberto.** *Calidad del Agua .* Quinta Edición. Bogotá - Colombia : Escuela Colombiana de Ingeniería, 2009. pp. 73-77.

**REASCOS CHAMORRO, Blanca y YAR SAAVEDRA, Brenda.** *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotacachi y propuesta de medidas correctivas.* [En línea] (Tesis) UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra-Ecuador, 2010.

[Citado el: 9 de Febrero de 2017.]

[repositorio.utn.edu.ec/bitstream/.../221/1/03%20REC%20123%20CONTENIDO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/.../221/1/03%20REC%20123%20CONTENIDO.pdf)

**RUBIO ARIAS, Héctor Osbaldo, y otros.** Niveles de contaminación del agua potable en la cabecera municipal de Ascensión, Chihuahua, México. *Nova Scientia.* Vol. 7, n° 14, 2015, León, Guanajuato-México, pp. 832-921.

**RUBIO ARIAS, Héctor Osbaldo, y otros.** Índice de calidad del agua en la prensa la Boquilla en Chihuahua, México. *Ecosistema y recursos agropecuarios.* Vol. 1, n° 2, 2014, Chihuahua-México, pp. 125-148.

**RUBIO, H., y otros.** Calidad del agua del río conchos en la Región de Ojinaga Chihuahua. *Universidad Autónoma de Chihuahua.* Vol. 22, n° 1, 2006, Ojinaga-México, pp. 621-790.

**RIVERA, N.R., y otros.** La Calidad de las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile. *La Serena.* Vol. 15, n° 5, 2004, Chile-Río Cautín, pp. 12-57.

**RODRÍGUEZ, Sergio Alejandro.** *La Dureza del Agua.* Bahía Blanca - Argentina : Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe, 2010, pp. 79.

**RUBIO ARIAS, Héctor Osbaldo, y otros.** Niveles de contaminación del agua potable en la cabecera municipal de Ascensión, Chihuahua, México. *Nova Scientia*. Vol. 7, n° 14, 2015, Chihuahua-México, pp. 41-63.

**ROBLES, Esperanza S., y otros.** Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México. *La Serena*. Vol. 4, n° 1, 2012, MORELOS-MÉXICO, pp. 70-91.

**SANTAFÉ, Marta Félez.** *Situación actual del estado de la depuración biológica. Explicación de los métodos y sus fundamentos.* [En línea] 13 de Enero de 2009.

[Citado el: 24 de Enero de 2017.]

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03\\_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6263/03_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllowed=y).

**SEVERICHE SIERRA, Carlos Alberto, CASTILLO BERTEL, Marlon Enrique y ACEVEDO BARRIOS, Rosa Leonor.** *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas.* Cartagena de Indias, Colombia : Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumed.net, 2013, pp. 93-110.

**SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA.** *Medición del cloro residual en el agua .* [En línea] Mayo de 2009.

[Citado el: 15 de Febrero de 2017.]

<http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>.

**SÁNCHEZ SALAZAR, Andrés Felipe.** *Validacion de las tecnicas hierro total y fosfatos en agua en el laboratorio alisca LTDA.* [En línea] LABORATORIO ALISCCA 2011.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2080/628162S211.pdf?sequence=1>.

**SIGLER, W. Adam y BAUDER, Jim.** Educación en el Agua de Pozo. *Universidad Estatal de Montana Programa de Extensión*. Vol. 11, n° 15, 2012, Montana – EEUU, pp. 162-181.

**SIGLER, Adam y BAUDER, Jim.** *Well Educated Educación en el Agua*. [En línea] Well Educated 2014.

[Citado el: 19 de Febrero de 2017.]

[http://region8water.colostate.edu/PDFs/we\\_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf](http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf).

**SEVERICHE, Carlos A. y GONZÁLEZ, Humberto.** Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado. *Ing. USBMed*. Vol. 3, n° 2, 2012, Medellin-Colombia, pp. 6-11.

**SANDOVAL, Ana María, CARLOS, Gabriela y JIMÉNEZ, Blanca.** *Adiestramiento para la prevención y control de las enfermedades gastrointestinales en el sector agua*. Mexico : SARH, 1991, pp. 59-61.

**SILVA, Elizabeth, y otros.** Inspección preliminar de algunas características de toxicidad en el agua potable domiciliaria, Bogotá y Soacha. *Biomédica*. Vol. 152, n° 66, 2012, Bogotá y Soacha – Colombia, pp. 17-33.

**SANABRIA, Lilian Jhisel.** Validación secundaria del método de filtración por membrana para la detección de coliformes totales y *Escherichia coli* en muestras de agua de consumo humano analizadas en el laboratorio de salud pública del Huila. [En línea] (Tesis) Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia, 2008.

[Citado el: 2 de Marzo de 2017.]

[www.javeriana.edu.co/2Fbiblos%2Ftesis%2Fciencias%2Ftesis221.pdf&usg=AFQjCNHeSxCiGZOpBx\\_HEynvHgLKm6X9Fg&sig2=Jrd](http://www.javeriana.edu.co/2Fbiblos%2Ftesis%2Fciencias%2Ftesis221.pdf&usg=AFQjCNHeSxCiGZOpBx_HEynvHgLKm6X9Fg&sig2=Jrd).

**TACURI José & VINTIMILLA Oscar.** Control microbiológico y físico-químico del agua. [En línea] (Tesis) Universidad de Cuenca, Cuenca- Ecuador. 20 de Noviembre de 2012.

[Citado el: 12 de Enero de 2016.]

dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2418/1/tq914.pdf

**TENA, Juan Ignacio Luca de.** *3M Petrifilm™ Placas para Recuento de Coliformes.* Madrid - España : 3M Espana, S.A., 1999, pp. 27-29.

**TIRADO, Andrea.** Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la calidad de agua que accede a la planta de tratamiento casigana ep emapa-a y estrategias para evitar su contaminación. [En línea] (Tesis) Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua- Ecuador, 2013 pp. 24-28.

[Citado el: 14 de Marzo de 2017.]

<http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6644/1/BQ%2051.pdf>.

**TIERRA LLANGA, Fabricio Segundo.** Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la parroquia de San Luís, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. [En línea] (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo-Ecuador, 2015, pp. 1-88.

[Citado el: 26 de Febrero de 2017.]

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>.

**TRUJILLO, Eduardo , MARTÍNEZ, Verónica y FLORES, Nadia S.** Ajuste del Equilibrio Químico del Agua Potable con Tendencia Corrosiva por Dióxido de Carbono. : *La Serena*. Vol. 19, n° 6, 2008, Toluca-Estado de México, pp. 38-71.

**VARGAS GARCÍA, Carmen , ROJAS VARGAS, Ricardo y JOSELI CASAS, Juan.** *Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano*. Lima : CEPIS, 2002, pp. 65-68, 182-185.

**WATER BOARDS.** *Resultados y recomendaciones para el agua de pozos en Hinkley*. [En línea] Marzo de 2013. [Citado el: 20 de Febrero de 2017.] Disponible en: [http://www.waterboards.ca.gov/lahontan/water\\_issues/projects/pge/docs/mn\\_fs\\_spn.pdf](http://www.waterboards.ca.gov/lahontan/water_issues/projects/pge/docs/mn_fs_spn.pdf).

## ANEXOS

**Anexo A:** NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01. Agua Potable. Requisitos.



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 1108**  
Quinta revisión  
2014-01

**AGUA POTABLE. REQUISITOS**

**DRINKING WATER. REQUIREMENTS**

---

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una adaptación de las Guías para la calidad del agua potable de la OMS, 4ta. Ed, 2011.

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE REQUISITOS	NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01
---	----------------------------	---

## 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

## 3. REFERENCIAS NORMATIVAS

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation). *Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición.

Ministerio de salud Pública. *REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA ALIMENTOS PROCESADOS* Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

## 4. DEFINICIONES

4.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

4.1.1 **Agua potable.** Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

4.1.2 **Agua cruda.** Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

4.1.3 **Límite máximo permitido.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números. (ver NTE INEN 052).

4.1.4 **ufc/ml.** Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

4.1.5 **NMP.** Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

4.1.6 **mg/l.** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

4.1.7 **Microorganismo patógeno.** Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

4.1.8 **Plagucidas.** Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

**4.1.9 Desinfección.** Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

**4.1.10 Subproductos de desinfección.** Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

**4.1.11 Cloro residual.** Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

**4.1.12 Sistema de abastecimiento de agua potable.** El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

**4.1.13 Sistema de distribución.** Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

## 5. REQUISITOS

**5.1** Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

**5.2** El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

**TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas**

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Características físicas</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
<b>Inorgánicos</b>		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN <sup>-</sup>	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,008
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50
Nitritos, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

<sup>1)</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu

\*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>134</sup>La, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>210</sup>Ra

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
<b>Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP</b>		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
<b>Hidrocarburos:</b>		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0008
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazína	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrín	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2



TABLA 4. Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

TABLA 5. Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,08
• Bromodiodorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

TABLA 6. Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.3 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm <sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm <sup>3</sup> ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

## 7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

**APÉNDICE Y**  
(Informativo)

**Y.1** Número mínimo de muestras a tomarse de acuerdo a la población servida para el análisis de coliformes fecales en el sistema de distribución de agua potable

**Tabla Y.1**

POBLACIÓN	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MAS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	600 MAS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Guías para la calidad del agua potable 4ta. Ed. 2011; Capítulo 4 numeral 4.3.1 tabla 4.4

## APÉNDICE Z

### BIBLIOGRAFÍA

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edition. World Health Organization, 2011

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b> <b>NTE INEN 1108</b> <b>Quinta revisión</b>	<b>TÍTULO: AGUA POTABLE. REQUISITOS</b>	<b>Código: ICS</b> 13.060.20
---	---	---------------------------------

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. 11 135 de 2011-05-20 publicado en el Registro Oficial No. 481 de 2011-06-30  Fecha de iniciación del estudio: 2013-08
--	---

Fechas de consulta pública: 2013-08-16 a 2013-08-30

Subcomité Técnico de: **AGUA POTABLE**

Fecha de iniciación: 2013-10-29

Fecha de aprobación: 2013-11-08

Integrantes del Subcomité:

### **NOMBRES:**

### **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Ing. Marcelo Carpio (Presidente)

Dra. Zoila Novillo  
Dr. Carlos Espinosa

Dr. Edgar Pazmiño

Dr. Luis Cazar Ubilla  
Ing. María José Pineda  
Dra. Enith Bravo  
Ing. Andrea Celi

Dr. Juan Mora  
Dra. Giomara Quizphe  
Ing. Natazha Valarezo  
Ing. Michelle Maldonado  
Ing. Gabriela Chacón  
Ing. Maritza Farinango  
Ing. María E. Dávalos (Secretaria técnica)

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

SECRETARÍA DEL AGUA

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

INTERAGUA

MIPRO – SCA

ARCSA

MSP – DIRECCIÓN DE VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO

ARCSA

ARCSA

MSP – DIRECCIÓN SALUD AMBIENTAL

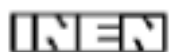
INEN – NORMALIZACIÓN

INEN – NORMALIZACIÓN

INEN – NORMALIZACIÓN

INEN - REGIONAL CHIMBORAZO

**Anexo B:** NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnica de Muestreo.



## **INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 176:1998**

---

### **AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.**

**Primera Edición**

WATER QUALITY. SAMPLING. GUIDANCE ON SAMPLING TECHNIQUES.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales.  
AL 01.06-205  
CDU: 614.777.620.113  
CIIU: 42.420.4200  
ICS: 13.060.01

Norma Técnica Ecuatoriana Opcional	AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.	NTE INEN 2 176:1998 1998-08
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales.</p> <p>2.2 No se aplica a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Muestra compuesta.</i> Es la formada por dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas, de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada. Las proporciones para la mezcla se basan en las mediciones del tiempo y el flujo.</p> <p>3.1.2 <i>Muestra instantánea, puntual, individual.</i> Es la muestra tomada al azar (con relación al tiempo y/o lugar de un volumen de agua).</p> <p>3.1.3 <i>Muestreador.</i> Es el equipo usado para obtener una muestra de agua, para el análisis de varias características predefinidas.</p> <p>3.1.4 <i>Muestreo.</i> Es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. TIPOS DE MUESTRA</b></p> <p>4.1 Los datos analíticos obtenidos mediante la determinación de parámetros como: las concentraciones de material inorgánico, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, materia orgánica disuelta y materia en suspensión en el agua o en el sedimento en un tiempo y lugar específicos o a intervalos de tiempo y en un lugar en particular son necesarios para indicar la calidad del agua.</p> <p>4.1.1 Ciertos parámetros, como las concentraciones de gases disueltos deben medirse "in situ", para obtener resultados exactos. Se debe tener en cuenta que los procesos para conservar la muestra se realizará en los casos específicos (ver NTE INEN 2 169).</p> <p>4.1.2 Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente.</p> <p>4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales</p>		

4.1.4 Es necesario diferenciar el muestreo para agua estancada y el muestreo para agua corriente.

4.1.5 El muestreo puntual (4.2) y el muestreo compuesto (4.6) se aplican a aguas estancadas y corrientes, mientras que el muestreo en serie (4.5) es más adecuado para aguas estancadas.

#### 4.2 Muestras puntuales

4.2.1 Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo.

4.2.2 Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada. El muestreo automático equivale a una serie de muestras tomadas en un tiempo preestablecido o en base a los intervalos de flujo.

4.2.3 Se recomienda tomar muestras puntuales si: el flujo del agua a muestrear no es uniforme, si los valores de los parámetros de interés no son constantes o si el uso de la muestra compuesta presenta diferencias con la muestra individual debido a la reacción entre las muestras.

4.2.4 La muestra puntual es adecuada para la investigación de una posible contaminación y en estudios para determinar su extensión o en el caso de recolección automática de muestra individual para determinar el momento del día cuando los contaminantes están presentes. También se puede tomar muestras puntuales para establecer un programa de muestreo más extensivo. Las muestras puntuales son esenciales cuando el objetivo del programa de muestreo es estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.

4.2.5 La toma de muestras puntuales se recomienda para la determinación de parámetros inestables como: la concentración de gases disueltos, cloro residual y sulfitos solubles.

#### 4.3 Muestras periódicas.

4.3.1 Muestras periódicas tomadas a intervalos de tiempo fijos (dependientes del tiempo), estas muestras se toman usando un mecanismo cronometrado para iniciar y finalizar la recolección del agua durante un intervalo de tiempo específico. Un procedimiento común es bombear la muestra dentro de uno o más recipientes durante un periodo fijo, el volumen está determinado para cada recipiente (Ver nota 1).

4.3.2 Muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de flujo (dependientes del volumen), estas muestras son tomadas cuando el criterio de la calidad del agua y el volumen del efluente no están relacionados. Para cada unidad de volumen de flujo, se toma una muestra controlada independientemente del tiempo.

4.3.3 Muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de flujo (dependientes del flujo), estas muestras se toman cuando las variaciones en el criterio de calidad del agua y la variación del flujo del efluente no están relacionados. Se toman volúmenes diferentes de muestra a intervalos constantes de tiempo. El volumen depende del flujo.

#### 4.4 Muestras continuas

4.4.1 Muestras continuas tomadas a flujos fijos, las muestras tomadas por esta técnica contienen todos los constituyentes presentes durante un periodo de muestreo, pero en muchos casos no proporciona información de la variación de la concentración de parámetros específicos durante el periodo de muestreo.

NOTA 1 - El parámetro de estudio puede verse afectado durante el intervalo de tiempo.

(Continúa)



4.4.2 Muestras continuas tomadas a flujos variables, las muestras de flujo proporcional son representativas de la calidad del cuerpo de agua. Si el flujo y la composición varían, las muestras de flujo proporcional pueden variar, las muestras de flujo proporcional pueden revelar variaciones las cuales no pueden ser observadas con el uso de muestras puntuales, siempre que las muestras se mantengan individuales y que el número de muestras sea suficiente para diferenciar los cambios de composición. Por lo tanto, este es el método más preciso para el muestreo de agua corriente, aún cuando el rango de flujo y la concentración de poluentes varíen significativamente.

#### 4.5 Muestras en serie

4.5.1 Muestras para establecer perfiles en profundidad, es una serie de muestras de agua tomadas a varias profundidades en el cuerpo de agua y en un punto específico.

4.5.2 Muestras para establecer perfiles de áreas, es una serie de muestras de agua tomadas a una profundidad específica del cuerpo de agua en varios puntos.

#### 4.6 Muestras compuestas

4.6.1 Las muestras compuestas se pueden obtener de forma manual o automática, sin importar el tipo de muestreo. (Dependiente del flujo, tiempo, volumen o localización). Se toman continuamente muestras que se reúnen para obtener muestras compuestas.

4.6.2 Las muestras compuestas suministran el dato de composición promedio. Por lo tanto, antes de mezclar las muestras se debe verificar que ese es el dato requerido o que los parámetros de interés no varíen significativamente durante el periodo de muestreo.

4.6.3 Las muestras compuestas son recomendables cuando la conformidad con un límite está basado en la calidad promedio del agua.

#### 4.7 Muestras de grandes volúmenes

4.7.1 Algunos métodos de análisis para ciertas determinaciones requieren del muestreo de grandes volúmenes, desde 50 litros a varios metros cúbicos. Estas muestras son necesarias cuando se analizan pesticidas o microorganismos que no pueden ser cultivados. La muestra se recolecta de la manera convencional, tomando precauciones para asegurar la limpieza total del recipiente o del contenedor de la muestra, o pasando un volumen medido a través de un cartucho absorbente o filtro dependiendo de la determinación. Un cartucho intercambiador de iones o de carbón activado se usa en muestras que se someten al análisis de pesticidas; mientras que un filtro con cartucho de polipropileno de 1 µm de diámetro de poro se recomienda cuando se analiza *criptosporidium*.

### 5. TIPOS DE MUESTREO

5.1 Hay varias situaciones de muestreo, algunas de las cuales pueden ser satisfechas tomando una simple muestra puntual, en cambio otras pueden requerir de un equipo de muestreo sofisticado.

(Continúa)

## 6. EQUIPO DE MUESTREO

### 6.1 Características del muestreador y del equipo de muestreo.

6.1.1 Se debe consultar la NTE INEN 2 169 Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para el muestreo en situaciones específicas; los lineamientos dados aquí ayudan en la selección de materiales de aplicación general. Los constituyentes químicos (determinantes) en el agua, que son analizados para evaluar la calidad del agua, en un rango de concentración desde nanogramos o trazas hasta grandes cantidades. Los problemas que con mayor frecuencia se presentan son la adsorción en las paredes del muestreador o en los recipientes, la contaminación anterior al muestreo causada por un inadecuado lavado del muestreador o de los recipientes y la contaminación de la muestra por el material del que está hecho el muestreador o el recipiente.

6.1.1.1 El recipiente tiene que proteger la composición de la muestra de pérdidas debidas a adsorción y volatilización, o de la contaminación por sustancias extrañas. El recipiente usado para recoger y guardar la muestra se debe elegir luego de considerar, por ejemplo: su resistencia a temperaturas extremas, resistencia a la rotura, facilidad para cerrar y reabrir, tamaño, forma, peso, disponibilidad, costo, facilidad para el lavado y la reutilización.

6.1.1.2 Se deben tomar precauciones cuando las muestras se conservan por congelación, especialmente si se usan recipientes de vidrio. Se recomienda el uso de recipientes de polietileno de alta densidad para la determinación en el agua de: silicio, sodio, alcalinidad total, cloruro, conductancia específica, pH y dureza. Para los elementos sensibles a la luz, se debe usar vidrio absorbente de luz. El acero inoxidable se debe usar para muestras con temperaturas y/o presión altas, o cuando se muestree para concentraciones de trazas de material orgánico.

6.1.2.3 Los recipientes de vidrio son recomendados para la determinación de compuestos químicos orgánicos y de especies biológicas, y los recipientes plásticos para la determinación de radionucléidos. Es importante anotar que el equipo de muestreo disponible tiene muchas veces relleno de neopreno y válvulas lubricadas con aceite. Este material no es adecuado para recolectar muestras que sean usadas para el análisis orgánico y microbiológico.

6.1.2.4 Aparte de estas características físicas deseables, descritas anteriormente, los recipientes usados para recolectar y guardar las muestras, se deben seleccionar tomando en cuenta los siguientes criterios predominantes (especialmente cuando los constituyentes a ser analizados están presentes como trazas):

- Reducir la contaminación en la muestra de agua causada por el material del que está hecho el recipiente y la tapa, por ejemplo: la migración de los constituyentes inorgánicos del vidrio (especialmente del vidrio suave), de los compuestos orgánicos de los materiales plásticos y de los elastómeros (de las tapas de vinilo plastilizado, y de las envolturas de neopreno).
- Facilidad para limpiar y tratar las paredes de los recipientes, a fin de reducir la superficie de contaminación por trazas de metales pesados o radionucléidos.
- El material del cual están hechos los recipientes debe ser inerte química y biológicamente, para prevenir o reducir la reacción entre los constituyentes de la muestra y el recipiente.
- Los recipientes pueden ser causa de errores debido a la adsorción de los constituyentes. Las trazas de metales son particularmente propensas a este efecto; pero otros constituyentes (detergentes, pesticidas, fosfatos) también pueden estar sujetos a error (Ver nota 2).

NOTA 2 Se recomienda que las sugerencias sobre el material de los recipientes sean conocidas por el analista antes de seleccionar los recipientes y el equipo de muestreo.

(Continúa)

### 6.1.2 Líneas de muestreo

6.1.2.1 Las líneas de muestreo son generalmente usadas en muestreos automáticos para proporcionar muestras a los analizadores continuos o monitores. Durante el tiempo de permanencia, la muestra puede considerarse como almacenada en un recipiente acoplado a la línea de muestreo. Por eso, las guías para la selección del material de los recipientes se aplican también a las líneas de muestreo.

### 6.2 Tipos de recipiente para muestras

#### 6.2.1 Recipientes normales

6.2.1.1 Son adecuadas las botellas de polietileno y las de vidrio borosilicatado para la toma de muestras en las que se realizará el análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas naturales. Otros materiales químicamente más inertes, por ejemplo: politetrafluoroetileno (PTFE), son preferidos pero su uso no está muy extendido en los análisis de rutina. La tapa de tornillo, en las botellas de boca angosta y ancha se debe acoplar con tapas y tapones de plástico inerte o tapones de vidrio esmerilado (propenso a trabarse con las soluciones alcalinas). Si las muestras son transportadas en caja al laboratorio para los análisis, la tapa de la caja debe ser construida para prevenir el aflojamiento de los tapones, lo que puede producir derramamientos y/o contaminación de la muestra.

#### 6.2.2 Recipientes especiales

6.2.2.1 A las consideraciones ya mencionadas se suma el almacenamiento de muestras que contienen materiales foto sensibles, incluidas las algas, que requieren ser protegidas de la exposición a la luz. En estos casos, se recomiendan los recipientes de materiales opacos o de vidrio no actínico, y deben ser colocados en cajas a prueba de luz durante el almacenamiento por largos periodos. La recolección y el análisis de las muestras que contengan gases disueltos o constituyentes que puedan alterarse por aireación plantea un problema específico. Las botellas de boca angosta para análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) deben tener tapones de vidrio esmerilado para minimizar la inclusión de aire, y se requiere de un sellante especial durante el transporte.

#### 6.2.3 Recipientes para el análisis de contaminantes orgánicos, en trazas

6.2.3.1 Las botellas para muestras en las que se analizarán contaminantes orgánicos en trazas, deben ser de vidrio, debido a que los recipientes plásticos interfieren con la alta sensibilidad del análisis. La tapa debe ser de vidrio o de politetrafluoroetileno (PTFE).

#### 6.2.4 Recipientes para el análisis microbiológico

6.2.4.1 Los recipientes para las muestras en las que se realizará el análisis microbiológico deben resistir las altas temperaturas de esterilización. Durante la esterilización o en el almacenamiento de muestras los materiales no deben producir o liberar químicos que puedan inhibir la viabilidad microbiológica, liberar químicos tóxicos o químicos que aceleren el crecimiento. Las muestras deben permanecer selladas hasta que sean abiertas en el laboratorio y deben estar tapadas para prevenir la contaminación.

6.2.4.2 Los recipientes deben ser de vidrio o de plástico de la mejor calidad y estar libres de sustancias tóxicas. Para análisis de rutina es suficiente que tengan una capacidad de 300 cm<sup>3</sup>. Los recipientes se deben tapar con tapas de vidrio esmerilado o tapas de tornillo, y si es necesario con bandas elásticas de silicona, que resistan esterilizaciones repetidas a 160°C.

(Continúa)



### 6.3 Equipo de muestreo para el análisis de características físicas o químicas

6.3.1 El volumen de muestra recogida debe ser suficiente para los análisis requeridos, y para cualquier repetición del análisis. El uso de volúmenes muy pequeños de muestra puede ser causa de que no sean representativos, y del incremento de los problemas de adsorción debido a la relación de volúmenes relativamente pequeños al área. El muestreo para la determinación de gases disueltos, se debe realizar según 6.7.

#### 6.3.1.1 Los muestreadores deben:

- reducir el tiempo de contacto entre la muestra y el muestreador;
- usar materiales que no permitan la contaminación en la muestra;
- ser de diseño simple para facilitar la limpieza, ser de superficies lisas y que eviten la modificación del flujo como los recodos y con tan pocas tapas y válvulas como sea posible (todos los muestreadores deben ser chequeados para asegurar que no introduzcan errores);
- ser diseñados luego de considerar que el sistema es apropiado con relación al análisis de la muestra de agua (por ejemplo: físico, químico, biológico o microbiológico).

6.3.2 Equipo para el muestreo puntual, las muestras puntuales son usualmente tomadas manualmente de acuerdo a las condiciones descritas en 4.2.

6.3.2.1 *Equipo para el muestreo puntual en superficie*, el equipo elemental para tomar muestras en superficie es una cubeta o botella de boca ancha que se sumerge dentro del cuerpo de agua y se retira luego de haberse llenado.

6.3.2.2 *Equipo para muestreo puntual a profundidad escogida*, en la práctica se usa una botella con lastre tapada que se sumerge dentro del cuerpo de agua. A una profundidad preestablecida la tapa se retira, la botella se llena y se recupera. Los efectos que el aire u otros gases pudieran tener, deben considerarse ya que estos pueden cambiar el parámetro a ser analizado (por ejemplo: oxígeno disuelto). Se recomienda botellas especiales para evitar este problema (por ejemplo: botellas a las que se les ha evacuado el aire). Para cuerpos de agua estratificados, se sumerge una probeta graduada de vidrio, plástico o acero inoxidable, abierta en ambos extremos, para obtener un perfil vertical del cuerpo de agua. En el punto de muestreo, la probeta se cierra por ambos extremos mediante un mecanismo antes de sacarla a la superficie (botella operada por mensajero).

6.3.2.3 *Tenazas o dragas para muestrear sedimentos*, los sedimentos se muestrean por medio de tenazas o dragas diseñadas para penetrar el sustrato como resultado de su propio peso o por la acción de palancas. Hay varios diseños que incluyen: un resorte activado, un peso, o una cerradura en forma de mordaza. También varían en la forma de atrapar el sustrato, en la exactitud del ángulo, en el área y en el tamaño de la muestra tomada. Para seleccionar la draga es necesario considerar: la región, el movimiento del agua, el área de muestreo, y el equipamiento del bote. Por lo tanto, la muestra obtenida es afectada por factores como:

- la profundidad de penetración en el sustrato;
- el ángulo de la mordaza de la cerradura;
- la eficiencia de la cerradura (posibilidad de evitar la obstrucción por objetos);
- la creación de una onda de "choque" y la pérdida resultante o el lavado de los constituyentes u organismos de la interfase agua-fondo;
- la estabilidad de las muestras en corrientes de movimiento rápido.

(Continúa)

6.3.2.4 *Cucharones de mordazas (excavadoras)*, los cucharones de mordaza (excavadoras) se asemejan al equipo usado en excavaciones de tierra. Usualmente se operan desde una grúa, y se introducen en el lugar de muestreo elegido para obtener una muestra de componentes sólidos. La muestra resultante está definida con más precisión respecto al lugar de muestreo que cuando se ha utilizado la draga.

6.3.2.5 *Muestreador del núcleo*, los muestreadores del núcleo son usados cuando la información proveniente del perfil vertical de un sedimento es de interés. A menos que la muestra obtenida tenga fuerza mecánica, proceder cuidadosamente en la remoción del mecanismo saca núcleos para conservar su integridad longitudinal.

### 6.3.3 *Equipo de muestreo automático*

6.3.3.1 Los criterios para la selección del equipo adecuado están indicados en el Anexo A. El equipo necesario es para proteger, llenar, calentar, enfriar, etc.

6.3.3.2 Dos tipos de muestreador automático están disponibles: tiempo dependientes y volumen dependientes; los muestreadores tiempo dependientes recolectan muestras individuales, compuestas o continuas pero ignoran las variaciones del flujo; en cambio los muestreadores volumen dependientes también recogen ese tipo de muestra pero tomando en cuenta las variaciones del flujo. La selección del tipo de muestreador depende del propósito del estudio.

6.3.3.3 Los instrumentos usados para investigación, por ejemplo, para monitorear o controlar flujos de ríos, pueden usarse para guiar el muestreo automático.

6.3.3.4 Bajo ciertas circunstancias, particularmente cuando la sustancia está presente en trazas en la muestra, se puede necesitar una muestra de grandes volúmenes de agua. En este caso es más conveniente usar, en el sitio de muestreo, un sistema que concentre a los constituyentes. Sistemas con esa autonomía tienen ciertos tipos de centrifugas que permiten una recolección continua de micro-organismos en resinas macro-reticulares, y aparatos con espacio libre para la recolección de organismos micropolitantes.

6.3.3.5 En condiciones de congelamiento, es importante asegurar la eficiencia del trabajo del mecanismo muestreador y del equipo asociado.

6.4 *Equipo de muestreo para análisis biológico*, como en el caso del muestreo para los análisis físicos y químicos, algunas determinaciones deben ser ejecutadas "in situ", sin embargo, la mayoría de muestras son trasladadas al laboratorio para su análisis. Varios instrumentos han sido desarrollados para permitir la recolección y observación manual (por medio de un sumergidor) o automática y la observación a distancia, de ciertas especies biológicas o grupos de organismos. Para muestras destinadas al análisis biológico, es indispensable utilizar una botella de boca ancha, el diámetro ideal de la boca debe ser similar al del recipiente mismo. Este recipiente puede ser de plástico o de vidrio.

### 6.4.1 *Plancton*

6.4.1.1 *Fitoplancton*, las técnicas y los equipos usados son similares a los descritos para tomar muestras puntuales para el análisis de sustancias químicas en el agua. Para la mayoría de las investigaciones limnológicas, se recomienda una botella de 0,5 litros a 2 litros de capacidad, sin embargo, se deben considerar los requerimientos analíticos (ver 6.1). Se requiere de un mecanismo para abrir la botella a la profundidad de muestreo deseada y para poder cerrarla inmediatamente (ver 6.3.2.2). No se recomienda, para los análisis cuantitativos, recolectar la muestra usando redes.

6.4.1.2 *Zooplancton*, para este grupo de análisis se recomiendan muestras grandes, de hasta 10 litros. Para la botella operada con mensajero (ver 6.3.2.1) se recomienda una red de nylon medidora de plancton. Se usan diferentes tamaños de redes dependiendo de las especies a ser estudiadas.

(Continúa)

#### 6.4.2 Fauna y flora de profundidad

6.4.2.1 *Perifiton*, en el muestreo para el análisis cuantitativo, se recomienda, una lámina de vidrio para microscopio (porta objetos de: 25 mm x 75 mm). Las láminas deben permanecer expuestas en el agua mínimo dos semanas. Si se requiere resultados inmediatos (por ejemplo del hábitat natural) se debe recoger el perifiton del fondo. Se requiere de dos tipos de soporte de láminas para dos situaciones acuáticas diferentes:

- a) en ríos pequeños y poco profundos o en áreas del borde de los lagos, donde la turbiedad no es problema, la lámina debe estar adherida a un rastrillo anclado al fondo.
- b) en ríos largos o lagos, donde la turbiedad es un problema, las láminas deben estar suspendidas de un rastrillo de plástico transparente flotante sobre la superficie.

#### 6.4.2.2 *Macrófitos*

- a) en el muestreo para el análisis cualitativo, el equipo de muestreo varía de acuerdo a la situación específica, dependiendo de la profundidad del agua. En aguas poco profundas, un rastrillo de jardín será suficiente. Para aguas profundas se puede emplear una draga; se debe considerar el buceo de exploración, usando un equipo completo para respirar bajo el agua siempre que se cumpla las regulaciones de seguridad.
- b) en el muestreo para el análisis cuantitativo, se puede aplicar técnicas similares, para determinar el crecimiento o masa por unidad de área; excepto cuando las áreas a ser muestreadas estén delimitadas y los macrofitos estén medidos o asignados de otro modo.

6.4.2.3 *Macro invertebrados*, en el estudio de la forma comparativa de los macrobentos, se debe anotar el efecto de las diferencias en el hábitat físico entre las varias estaciones de muestreo seleccionadas. Sin embargo, por la gran variedad de técnicas de muestreo y de equipo disponible, el tipo de hábitat a estudiarse es relativamente ilimitado. El tipo específico de muestreador a usarse dependerá de muchos parámetros: profundidad del agua, velocidad de la corriente, propiedades físicas y químicas del sustrato, etc.

#### 6.4.3 Peces

6.4.3.1 Los peces se puede recoger de forma activa o pasiva, dependiendo del hábitat y del propósito del muestreo. En arroyos y ríos de hasta 2 m de profundidad, la pesca eléctrica usando corriente d.c.; pulsadores d.c. o a.c. son generalmente las técnicas activas más usadas. Algunos ríos extensos se pueden muestrear usando juegos de aperos múltiples. En los grandes ríos de movimiento suave y en aguas quietas, se usan de preferencia las técnicas de pesca con red. La pesca activa se recomienda cuando el agua está libre de obstrucciones. La pesca pasiva (agallas y redes para obstaculizar o redes de pescador y otras trampas) se recomienda cuando hay maleza u obstrucción. Las trampas especiales construidas dentro de una represa se usan particularmente para peces migratorios.

6.4.3.2 Las técnicas de muestreo para peces están limitadas por la selectividad del mecanismo (tamaño de la malla, características del campo eléctrico), por el comportamiento de los peces y si el pez se requiere vivo o muerto. Tales factores deben, por lo tanto, tomarse en cuenta antes de decidir sobre las técnicas de muestreo.

#### 6.5 Equipo de muestreo para análisis microbiológico

6.5.1 Para la mayoría de muestras, son adecuadas las botellas de vidrio o de plástico esterilizado (ver 6.2.4). Para recoger muestras bajo la superficie del agua, como en lagos y reservorios, están disponibles varios mecanismos para muestreo de profundidad y son convenientes los muestreadores descritos en 6.3.2.2.

(Continúa)

6.5.2 Todos los equipos que se usen, incluida la bomba y el equipo de bombeo, deben estar libres de contaminación y no deben introducir nuevos microorganismos.

#### 6.6 Equipo y técnicas de muestreo para análisis de radioactividad

6.6.1 Dependiendo del objetivo y de las regulaciones legales nacionales, la mayoría de las técnicas de muestreo y el equipo disponible para el muestreo de aguas y aguas residuales para análisis químico se aplican generalmente para la medición de radioactividad.

6.6.2 Las muestras se deben recoger en botellas plásticas, previamente lavadas con detergente y enjuagadas con agua destilada y ácido nítrico diluido (1 + 1).

#### 6.7 Equipo de muestreo para gases disueltos (y material volátil)

6.7.1 Las muestras adecuadas para la determinación exacta de gases disueltos, se deben obtener solamente con un equipo que recoja la muestra por desplazamiento de agua, antes que de aire, desde el muestreador.

6.7.2 Si se usan sistemas de bombeo para la recolección de muestras de gases disueltos, es indispensable que el agua sea bombeada en la misma dirección que la presión aplicada, para que no haya una caída significativa más abajo de la presión atmosférica. La muestra debe ser bombeada directamente dentro de la botella de almacenamiento o análisis, dejándola sifonar con una cantidad igual de por lo menos tres veces su volumen antes de tapar la botella o de iniciar el análisis.

6.7.3 Si se aceptan resultados aproximados, las muestras para la determinación de oxígeno disuelto se pueden recoger usando una botella o una cubeta. El error introducido a estas determinaciones debido al contacto entre la muestra y el aire varía con el grado de saturación del gas en el agua.

6.7.4 Cuando las muestras son recogidas en una botella desde un grifo o a la salida de la bomba, se recomienda el uso de un tubo flexible e inerte, el cual introduzca directamente el líquido al fondo de la botella, para asegurar que el líquido sea desplazado desde el fondo y que ocurra una mínima aireación.

### 7. IDENTIFICACIÓN Y REGISTROS

7.1 El origen de las muestras, las condiciones bajo las cuales han sido recogidas deben ser anotadas y esta información ser adherida a la botella inmediatamente luego de ser llenada. Un análisis de agua es de valor limitado si no está acompañado por la identificación detallada de la muestra.

7.2 Los resultados de cualquier análisis realizado en el sitio, también se deben incluir en un informe anexo a la muestra. Las etiquetas y los formatos deben llenarse al momento de la recolección de la muestra.

7.3 Debe incluirse al menos los siguientes datos en el informe de muestreo:

- a) localización (y nombre) del sitio del muestreo, con coordenadas (lagos y ríos) y cualquier información relevante de la localización;
- b) detalles del punto de muestreo;
- c) fecha de la recolección;
- d) método de recolección;

(Continúa)

- e) hora de la recolección;
- f) nombre del recolector;
- g) condiciones atmosféricas;
- h) naturaleza del pretratamiento;
- i) preservante o estabilizador adicionado;
- j) datos recogidos en el campo.

(Continúa)



**ANEXO A**  
**(Normativo)**

**Características de un equipo de muestreo automático**

A.1 Los siguientes datos son una guía para el diseño o selección del equipo de muestreo automático o para los componentes del sistema de muestreo. El usuario debe determinar la importancia relativa de cada característica estableciendo las necesidades para su aplicación en un muestreo específico.

- a) Construcción rígida y con los componentes funcionales necesarios para realizar el muestreo.
- b) Mínimo número de partes expuestas o sumergidas en el agua.
- c) Resistencia al agua y a la corrosión.
- d) Relativamente de diseño simple y de fácil mantenimiento y operación.
- e) Fácil de purgar los recipientes de muestra y las líneas de abastecimiento para recibir agua fresca.
- f) Libre de atascamiento por sólidos.
- g) Precisión en el volumen suministrado.
- h) Proveer de una buena correlación de los datos analíticos con los de las muestras recogidas manualmente.
- i) Recipientes para muestras fáciles de destapar, limpiar y volver a tapar.
- j) Cuando se recogen separadamente muestras representativas individuales, el volumen debe ser de 0,5 litros. Todas las muestras deben almacenarse en la oscuridad, las muestras sensibles al tiempo/temperatura deben almacenarse a 4°C por un período no menor a 24 h.
- k) En el caso de muestreadores portátiles estos deben ser: herméticos, ligeros, fáciles de ser asegurados, resistentes a las inclemencias del ambiente y estar en condiciones de operar bajo un amplio rango de condiciones ambientales.
- l) Capaz de proveer muestras compuestas o integradas.
- m) Velocidad de entrada del líquido ajustable para prevenir la separación de fases, cuando sea necesario.
- n) Una entrada base con un diámetro interno mínimo de 12 mm y un tabique aerodinámico para prevenir atascamientos y acumulación de sólidos.
- o) Capacidad de dispensar repetidamente alícuotas dentro de las botellas.
- p) Para el muestreo en el campo debe ser capaz de: operar en corriente ac/da, tener una fuente de energía para proveer de al menos una hora de trabajo de muestreo. Tener garantía en caso de explosión, descarga neumática y de los elementos de control que tienen que ser utilizados.

(Continúa)

**APÉNDICE Z****Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE NTE INEN 2 169:1998	<i>Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para análisis.</i>
ISO 5667-4:1980,	<i>Water quality - Sampling - y partes siguientes.</i>
ISO 6107-2:1989,	<i>Water quality - Vocabulary - Part 2.</i>
ISO 7828:1985,	<i>Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates.</i>
ISO 8265:1988,	<i>Water quality - Design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwaters.</i>

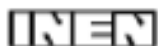
**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

ISO 5667-2 *Water Quality - Sampling - Part 2: Guidance on sampling techniques.* Second Edition 1991-07-15.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento:	TÍTULO:	AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO	Código:
NTE INEN 2 176	TECNICAS DE MUESTREO		AL 01.06-203
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No.       de publicado en el Registro Oficial No.       de  Fecha de iniciación del estudio:		
Fechas de consulta pública: de			

**Anexo C:** NTE INEN 2169:98 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras.



**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2 169:98**

---

**AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y  
CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.**

**Primera Edición**

WATER. WATER QUALITY. SAMPLING. HANDLING AND MAINTENANCE OF SAMPLES.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.  
AL 01.08-202  
CDU: 614.777.620.113  
CIIU: 42.420.4200  
ICS: 13.080.01

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

AGUA.  
CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO  
MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.

NTE INEN  
2 169:98  
1998-11

## 1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describe las técnicas de conservación más usadas.

## 2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis.

## 3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo y durante el análisis. La naturaleza y el rango de estas reacciones son tales que, si no se toman precauciones antes y durante el transporte, así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo.

3.2 Principalmente en casos de duda, se debe consultar al analista y/o al especialista que interpretará los resultados, antes de decidir sobre el método preciso de conservación y manipulación.

3.3 Las causas de variación son numerosas, algunas de ellas son las siguientes:

- Las bacterias, algas y otros microorganismos pueden consumir ciertos elementos presentes en la muestra; pueden modificar la naturaleza de los constituyentes para producir nuevos. Esta actividad biológica afecta, por ejemplo: al contenido de oxígeno disuelto, al dióxido de carbono, a los compuestos de nitrógeno, fósforo y algunas veces al silicio.
- Ciertos compuestos pueden ser oxidados por el oxígeno disuelto contenido en las muestras o por el oxígeno atmosférico, por ejemplo: compuestos orgánicos, hierro (II), sulfatos, etc.
- Ciertas sustancias pueden precipitar, por ejemplo: calcio, carbonatos, metales y compuestos metálicos como: hidróxido de aluminio  $Al(OH)_3$ , fosfato de magnesio  $Mg_3(PO_4)_2$ ; o perderse en la fase gaseosa (por ejemplo: oxígeno, cianuro, mercurio).
- El pH, la conductividad, el contenido de dióxido de carbono, etc. pueden modificarse por la absorción del dióxido de carbono del aire.
- Los metales disueltos o en estado coloidal así como ciertos compuestos orgánicos pueden ser absorbidos o adsorbidos irreversiblemente sobre la superficie de los recipientes o por los materiales sólidos contenidos en la muestra.
- Los productos polimerizados pueden despolimerizarse; lo contrario los compuestos simples pueden polimerizarse.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.

3.4 La extensión de estas reacciones está en función de la naturaleza química y biológica de la muestra, de su temperatura, su exposición a la luz, la naturaleza del recipiente en el cual se coloca, el tiempo entre el muestreo y el análisis, las condiciones a la que ha sido sometida, por ejemplo: reposo o agitación durante el transporte, etc.

3.5 Los cambios relativos a un constituyente en particular varían en grado y velocidad no solamente en función del tipo de agua, sino también en función de las condiciones ambientales.

3.6 Debe enfatizarse que estas variaciones son, muchas veces, lo suficientemente rápidas como para modificar considerablemente la muestra en varias horas. En todo caso, se deben tomar las precauciones necesarias para minimizar estas reacciones, y en el caso de la determinación de muchos parámetros realizar el análisis sin demora.

3.7 Como las variaciones en la muestra de agua se deben en gran medida a procesos biológicos, se debe escoger de entre varios métodos de conservación el que no introduzca contaminación Inaceptable.

3.8 El tiempo durante el cual la muestra conservada está almacenada antes del análisis puede variar.

3.9 Como una guía puede decirse que los métodos de conservación son menos efectivos en las aguas residuales crudas que en las aguas residuales purificadas (efluentes de las plantas de tratamiento biológico). También se ha observado que el comportamiento de varias muestras de aguas residuales durante el almacenamiento es diferente, dependiendo de si las muestras han sido tomadas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales o industriales.

3.10 Por otro lado, las aguas superficiales y las aguas subterráneas, pueden almacenarse con mayor efectividad. En el caso de aguas potables, el problema del almacenamiento se resuelve más fácilmente debido a que son menos susceptibles a reacciones biológicas o químicas.

3.11 Dependiendo de estas variaciones que afectan las muestras de agua, puede ser necesario, para ciertas determinaciones, tomar muestras individuales en vez de colectivas y analizarlas inmediatamente en el lugar del muestreo. Debe recordarse que el almacenamiento de muestras por periodos largos sólo es posible para la determinación de un número limitado de parámetros.

3.12 Pese a las numerosas investigaciones que han sido realizadas con el objeto de recomendar métodos los cuales hagan posible guardar las muestras de agua sin modificaciones en su composición, es imposible dar reglas absolutas, que cubran todos los casos y situaciones y que no presenten excepciones.

3.13 En todos los casos, el método de almacenaje, debe ser compatible con las técnicas analíticas que serán usadas.

3.14 Como se ha establecido en los párrafos anteriores es imposible dar reglas absolutas para la conservación, por lo que se deben considerar las siguientes recomendaciones:

3.14.1 La duración de la conservación, la naturaleza del recipiente y la eficacia de los procesos de conservación, no dependen, solamente de los elementos y de los niveles a ser analizados, sino también de la naturaleza de la muestra. Las tablas por lo tanto se deben considerar como una guía.

3.14.2 No debe existir una diferencia significativa entre los resultados de una determinación realizada inmediatamente y los resultados obtenidos luego de la conservación; cada analista debe por lo tanto verificar el método particular de análisis que intenta usar, y si las sugerencias de las tablas son adecuadas para la muestra que él está procesando.

(Continúa)

3.14.2.1 La tabla 1 es una guía general para la conservación de muestras. La naturaleza de las aguas naturales y de las aguas residuales necesitan, antes del análisis, un tratamiento de acuerdo a lo establecido en esta tabla.

3.14.2.2 La tabla 2 da una guía de los parámetros que se pueden analizar utilizando un mismo método de conservación o preservación. Los parámetros no enlistados en esta tabla, normalmente no se conservan o preservan utilizando estos métodos.

3.14.2.3 La tabla 3 indica los métodos adecuados para la conservación de las muestras destinadas al análisis microbiológico.

3.14.2.4 La tabla 4 proporciona métodos adecuados para la preservación de los grupos de vegetales y animales más estudiados. Los parámetros biológicos a ser determinados son numerosos y varias veces varían de una especie biológica a otra. Por esta razón es imposible detallar una lista completa de todas las precauciones que se deben tomar para preservar la muestra.

3.14.2.5 La tabla 5 indica los métodos adecuados para la preservación de las muestras destinadas al análisis de radio químicos.

3.14.3 Esta norma indica los métodos de análisis a ser ejecutados, y cuando es posible los métodos de preservación recomendados para ese análisis.

3.14.4 Además, dado que puede existir incompatibilidad entre el análisis a ser realizado y los varios tipos de preservantes y recipientes posibles, es necesario tomar varias muestras de la misma agua y tratar, a cada una de ellas, en relación al análisis para el cual fueron tomadas. La elección del procedimiento de preservación debe estar sujeto a la consulta con el analista.

#### 4. MANEJO Y CONSERVACIÓN

##### 4.1 El uso de recipientes apropiados

4.1.1 Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

4.1.2 El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

4.1.3 El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

4.1.4 Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

(Continúa)

4.1.5 Las precauciones son necesarias en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas organoclorados.

4.1.6 Las muestras blanco de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado.

4.1.7 Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.

## 4.2 Preparación de recipientes

### 4.2.1 *Recipientes de muestras para análisis químicos*

4.2.1.1 Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

4.2.1.2 El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.

4.2.1.3 Para el análisis de trazas, los recipientes se deben llenar con una solución 1 mol/l de ácido clorhídrico o de ácido nítrico y dejarlos en contacto por un día, luego enjuagar completamente con agua destilada o desionizada.

4.2.1.4 Para la determinación de fosfatos, sílice, boro y agentes surfactantes no se deben usar detergentes en la limpieza de los recipientes.

4.2.1.5 Para el análisis de trazas de materia orgánica puede ser necesario un pretratamiento especial de las botellas (ver 4.2.2).

### 4.2.2 *Recipientes de muestras para determinación de pesticidas, herbicidas y sus residuos.*

4.2.2.1 Se deben usar recipientes de vidrio (preferiblemente ámbar), debido a que los plásticos, excepto el politetrafluoroetileno (PTFE), pueden introducir interferencias que son significativas en el análisis de trazas.

4.2.2.2 Todos los recipientes, se deben lavar con agua y detergente, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada, secados en estufa a 105 °C por 2 h y enfriados antes de enjuagarlos con el disolvente de extracción que se usará en el análisis. Finalmente se deben secar con una corriente de aire purificado o de nitrógeno.

4.2.2.3 A los recipientes que han sido usados anteriormente, se debe realizar una extracción con acetona por 12 h seguido de un enjuague con hexano y de un secado como el descrito en el párrafo anterior.

### 4.2.3 *Recipientes de muestras para análisis microbiológico.*

4.2.3.1 Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175 °C durante 1 h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o incentivar el crecimiento.

4.2.3.2 Cuando se usa la esterilización a bajas temperaturas (por ejemplo: esterilización con vapor) se pueden usar recipientes de policarbonato y de polipropileno resistente al calor. Las tapas y otros sistemas de cierre deben ser resistentes a la misma temperatura de esterilización.

(Continúa)



4.2.3.3 Los recipientes deben estar libres de ácidos, álcalis y compuestos tóxicos. Los recipientes de vidrio se deben lavar con agua y detergente seguido de un enjuague con agua destilada; luego deben ser enjuagados con ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 10% (v/v), seguido de un enjuague con agua destilada para remover cualquier residuo de metales pesados o de cromatos.

4.2.3.4 Si las muestras contienen cloro, se debe adicionar tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) antes de la esterilización de los recipientes (ver tabla 3). Con esto se elimina la inactivación de las bacterias debida al cloro.

#### 4.3 Llenado del recipiente

4.3.1 En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se convierten a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tiende a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

4.3.2 En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

4.3.3 Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente (ver 4.4).

#### 4.4 Refrigeración y congelación de las muestras

4.4.1 Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

4.4.2 La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

4.4.3 El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre  $2^\circ\text{C}$  y  $5^\circ\text{C}$ ) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto periodo de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales (ver tabla 1).

4.4.4 El congelamiento ( $-20^\circ\text{C}$ ) permite un incremento en el periodo de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retomar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (cloruro de polivinilo). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento. *Las muestras para análisis microbiológico no se deben congelar.*

#### 4.5 Filtración y centrifugación de muestras

4.5.1 La materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de papel filtro, membrana filtrante o por centrifugación. La filtración no es aplicable si el filtro es capaz de retener unos o más de los componentes a ser analizados. También es necesario que el filtro no sea causa de contaminación y que sea cuidadosamente lavado antes del uso, pero de manera compatible con el método final de análisis.

(Continúa)

4.5.2 El análisis puede involucrar la separación de las formas solubles o insolubles por filtración (por ejemplo: de un metal).

4.5.3 Las membranas se deben usar con cuidado ya que varios metales pesados y materia orgánica pueden ser adsorbidos en la superficie de la membrana, y los compuestos solubles de la membrana pueden ser extraídos por la muestra.

#### 4.6 Adición de preservantes

4.6.1 Ciertos constituyentes físicos o químicos se estabilizan por la adición de compuestos químicos, directamente a la muestra luego de recolectada, o adicionando al recipiente cuando aún está vacío. Los compuestos químicos así como sus concentraciones son muy variados. Los compuestos químicos de más uso son:

- a) ácidos,
- b) soluciones básicas,
- c) biácidos y
- d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cianuros totales y sulfitos se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección, ver tabla 1).

4.6.1.1 *Precaución* - Se debe evitar el uso de cloruro de mercurio (II) ( $\text{HgCl}_2$ ) y de acetato-fenil mercurio (II) ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{HgC}_6\text{H}_5$ ).

4.6.2 Se debe recordar que ciertos preservantes (por ejemplo: los ácidos, el cloroformo) se deben usar con precaución, por el peligro que involucra su manejo. Los operadores deben ser advertidos de esos peligros y de las formas de protección.

4.6.3 Los preservantes usados no deben interferir en la determinación; en casos de duda se aconseja realizar una prueba para comprobar su compatibilidad. Cualquier dilución de la muestra por la adición de preservantes se debe tomar en cuenta durante el análisis y el cálculo de resultados.

4.6.4 Es preferible realizar la adición de preservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarios volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sean tomadas en cuenta en la mayoría de los casos.

4.6.5 La adición de estos agentes, puede modificar también la naturaleza física o química de los elementos, por lo tanto es importante que esas modificaciones no sean incompatibles con los objetivos de la determinación, (por ejemplo: la acidificación puede solubilizar a los compuestos coloidales o a los sólidos, por esto, se debe usar con cuidado si la finalidad de las mediciones es la determinación de los elementos disueltos. Si el objeto del análisis es la determinación de la toxicidad para los animales acuáticos, se debe evitar la solubilización de ciertos elementos, particularmente de metales pesados que son tóxicos en su forma iónica. Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible).

4.6.6 Realizar un ensayo del blanco, cuando se determinan trazas de elementos, para evaluar la posible introducción de estos elementos en la adición de los preservantes; (por ejemplo: los ácidos pueden introducir cantidades significativas de mercurio, arsénico y plomo). En este caso se deben usar los mismos preservantes empleados en la muestra para preparar el ensayo del blanco.

#### 4.7 Identificación de las muestras

4.7.1 Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

(Continúa)

4.7.2 Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

4.7.3 Las muestras especiales con material anómalo, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo ácidos, deben identificarse claramente como tales.

#### 4.8 Transporte de las muestras

4.8.1 Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

4.8.2 El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

4.8.3 Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

4.8.4 Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

#### 4.9 Recepción de las muestras en el laboratorio

4.9.1 Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

4.9.2 Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros.

4.9.3 En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

(Continúa)

TABLA 1 - Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.

Parámetros	Tipo de recipiente P = plástico V = vidrio VB = vidrio borosilicatado	Técnicas de Conservación	Lugar del Análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis. (Si no es específico el período, es que no es importante. "1 mes" indica que se conserva sin dificultad)	Recomendaciones	Método de Ensayo NTE INEN
Acidez y alcalinidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	De preferencia analizar en el punto de muestreo (especialmente para muestras con altos contenidos de gases disueltos)	
Aluminio disuelto <sup>1)</sup>	P	Filtración en el lugar del muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2	Laboratorio	1 mes	El aluminio disuelto <sup>1)</sup> y el adherido a la materia en suspensión se pueden determinar en la misma muestra.	
total		Acidificación a pH < 2	Laboratorio	1 mes		
Amonio, libre e ionizado	P o V	Acidificar a pH < 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
		Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	6 h		
AOX Halógenos orgánicos absorbibles	V	Acidificar a pH < 2 con ácido nítrico, refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	3 días	Analizar tan pronto sea posible. Referir a Normas Internacionales para detalles relevantes para tipos especiales de agua.	
Aménico	P o V	Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes	El HCl es amplex, al el método de análisis es de la técnica de hidruro.	900
Bario	P o VB		Ver	Aluminio	No usar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	P o V (se prefiere vidrio para concentraciones bajas de DBO)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h		
Boro y boratos	P		Laboratorio	1 mes		
Bromuro y sus compuestos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Las muestras se deben proteger de la luz directa del sol	
Cadmio	P o VB		Ver	Aluminio		900
Calcio	P o V	-	Laboratorio	24 h	Hasta 48 h es posible, pero extremando las precauciones para muestras con una conductividad mayor a 70 mS/cm.	1107
		Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes	La acidificación (no con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) permite la determinación en la misma muestra de calcio y de otros metales.	
Dióxido de carbono	P o V	-	En el sitio	--		

1) Disuelto: Implica a los que pasan a través de un filtro de 0,45 µm de diámetro de poro.

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Carbono orgánico	V	Acidificar a pH $\leq 2$ con $H_2SO_4$ , refrigerar a 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	1 semana	La técnica de conservación depende del método de análisis usado. El análisis se debe realizar lo más pronto posible.	
	P	Congelar a -20°C	Laboratorio	1 mes	El congelamiento a -20°C se usa en ciertos casos.	
Cloruros	P o V	--	Laboratorio	1 mes		976
Cloro residual	P o V	--	En el sitio	--	Transportar en oscuridad. Realizar el análisis lo antes posible.	977
Clorofila	P o V	Refrigerar a 4°C	Laboratorio	24 h	Transportar en oscuridad.	
		Luego de filtrar refrigerar el residuo.	Laboratorio	1 mes		
Cromo (VI)	P o VI	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		983
Cromo total	P o VI	Ver Aluminio				
Cobalto	P o VI	Ver Aluminio				
DOO (demanda química de oxígeno)	P o V (preferible vidrio para contenidos bajos de DOO)	Acidificar a pH $\leq 2$ con $H_2SO_4$ , refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad.	Laboratorio	5 días		
	P	Congelar a -20 °C	Laboratorio	1 mes		
Color	P o V	--	En el sitio	--		970
		Refrigerar entre 2°C y 5°C y guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h		
Conductividad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis de preferencia realizarlo en el sitio	
Cobre	P o VI	Ver Aluminio				984
Cianuro, liberado fácilmente	P	la técnica de conservación de depende del método análisis usado				
Cianuro total	P	la técnica de conservación de depende del método análisis usado				
Detergentes	Ver Surfactantes					
Residuo seco	Ver Residuo Total					972
Fluoruros	P pero no PTFE	--	Laboratorio	1 mes		985
Grasas, aceites, hidrocarburos	Vidrio lavado con el solvente usado en la extracción.	Cuando sea posible extraer en el sitio y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Se recomienda adicionar el agente de extracción inmediatamente luego de recoger la muestra; o realizar la extracción en el sitio (según las regulaciones locales sobre seguridad).	
Metales pesados (excepto mercurio)	P o VI	Ver Aluminio				
Hidrazina	V	Acidificar con HCl (100 cm <sup>3</sup> por litro de muestra) y guardar en oscuridad.	Laboratorio	24 h		
Hidrocarburos	Ver Grasas					
Hidrogen-carbonatos	Ver Alcalinidad					

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Ioduro	Vidrio	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Las muestras se deben proteger de la luz directa del sol	
		Alcalinizar a pH 11	Laboratorio	1 mes		
Hierro (II)	P o VB	Acidificar a pH < 2 con HCl, y eliminar el oxígeno atmosférico	En el sitio o en el laboratorio	24 h		
Hierro total	P o VB		Ver		Aluminio	979
Nitrógeno Kjeldahl	P o VB	Acidificar a pH < 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , refrigerar entre 2°C y 5°C y guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h	No acidificar al el nitrógeno libre va a ser determinado en la misma muestra.	1 254
Fósforo	P o VB		Ver		Aluminio	No usar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Litio	P	—	Laboratorio	1 mes		1 103
		Acidificar a pH < 2	Laboratorio	1 mes	La acidificación permite la determinación del litio en la misma muestra como la de otros metales	
Magnesio	P o VB		Ver		Calcio	1 103
Manganeso	P o VB		Ver		Aluminio	1 104
Mercurio Total	VB	Acidificar a pH < 2 con HNO <sub>3</sub> y adición de K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (0,05 % (m/m) de concentración final)	Laboratorio	1 mes	Poner especial cuidado para asegurar que los recipientes porta muestra estén libres de contaminación.	
Níquel	P o VB		Ver		Aluminio	
Nitrato	P o V	Acidificar a pH < 2 o refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		975 995
		En el lugar filtrar en membrana filtrante de poro 0,45 µm y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Para aguas de poco o superficiales	
Nitrito	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
Olor	V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio (para el análisis cuantitativo)	6 h	El análisis se debe realizar en el lugar lo más pronto posible (análisis cualitativo)	
Oloro orgánico			Ver		ACOX absorbibles)	
Ortofosfato total	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis debe realizarse lo más pronto posible.	
Ortofosfato disuelto	P o V	Filtrar la muestra en el lugar al momento del muestreo. Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis debe realizarse lo más pronto posible.	
Oxígeno	P o V	—	En el sitio	—		1 106
	V	Fijar el oxígeno en el sitio y guardar en la oscuridad	Laboratorio	4 días o lo mucho	Fijar el oxígeno de acuerdo con el método de análisis usado	
Ozono	—	—	En el sitio	—		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Índice de permanganato	V	Acidificar a pH 2 con $H_2SO_4$ , refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en oscuridad	Laboratorio	2 días	Analizar tan pronto sea posible; acidificar de acuerdo con el fundamento del método puede ser una técnica de preservación ventajosa.	
	P	Congelar a -20°C	Laboratorio	1 mes		
Pesticidas organoclorados	V (lavado con solvente)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en oscuridad	Laboratorio	24 h	Se recomienda, inmediatamente luego de muestrear, adicionar al solvente a usarse en el método de análisis o realizar la extracción en el sitio.	
Pesticidas organofosforados	V (lavado con solvente)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en oscuridad	Laboratorio	24 h	La extracción se realiza tan pronto sea posible luego del muestreo, preferiblemente antes de las 24 h.	
Petróleo y sus derivados	Ver grasa aceites e hidrocarburos					
pH	P o V	—	En el sitio		El análisis se debe realizar tan pronto sea posible y de preferencia inmediatamente en el sitio del muestreo.	973
		Transportar a temperatura más baja que la inicial	Laboratorio	6 h		
Índice de Fenol	VB	Inhibir la oxidación bioquímica con $CuSO_4$ y acidificar con $H_3PO_4$ a pH = 2.	Laboratorio	24 h	La técnica de preservación dependerá del método de análisis a usarse.	
Fenoles	VB	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h	La extracción se debe realizar lo antes posible.	
Fósforo disuelto	VB o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C. Filtrar inmediatamente en el sitio, de ser necesario	Laboratorio	24 h	Se recomienda el uso de recipientes de vidrio lodado, cuando las concentraciones son bajas; (una botella puede ser lodada colocando unos pocos cristales de loduro dentro del recipiente, sellar y calentar a 60 °C por 6h). Se debe evitar que el loduro pueda lixiviar dentro de la muestra por lo tanto interferir con el análisis. Se recomienda consultar con el analista para utilizar la mejor técnica de conservación.	
Fósforo Total	VB o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Ver arriba	
		Acidificar a pH = 2 con $H_2SO_4$	Laboratorio	1 mes	Ver arriba	
Potasio	Ver Litio					
Selenio	V o VB	Acidificar a pH = 1, en-capción al as- tón presentes selenuros; al as- tón presentes al- calinizar a pH = 11 con $NaOH$	Laboratorio	1 mes		
Silicatos disueltos	P	Filtración, en el sitio del muestreo acidificar a pH = 2 con $H_2SO_4$ y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
Silicatos totales	P	Ver arriba	Laboratorio	24 h		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Plata	P o VB	Ver	Aluminio	No usar HCl, algunas formas de la plata necesitan la adición de cianuro para estabilizar.		
Sodio		Ver	Lito			
Sulfatos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	1 semana	En muestras de deshecho, considerar que se pueden formar sulfuros; por lo tanto adicionar peróxido de hidrógeno. Para muestras con un alto DBO (> 200 mg/l), considerando el peligro de eliminación del sulfuro, se debe adicionar ácido clorhídrico en lugar de peróxido de hidrógeno.	978
Sulfuros (fácilmente liberados)	P o V	Fijar las muestras inmediatamente por alcalinización con carbonato de sodio, seguido de la adición de 4 gotas de acetato de zinc 2N por cada 100 cm <sup>3</sup> de muestra.	Laboratorio	24 h	Estabilizar de acuerdo a los procedimientos de las Normas Internacionales.	
Sulfuros	P o V	Igual que para sulfuros fácilmente liberados, llenar completamente el recipiente. Cuando se determine sulfuros totales alcalinizar la muestra con hidróxido de sodio a pH = 9.	Laboratorio	—	Analizar tan pronto sea posible. Estabilizar de acuerdo a los procedimientos de las Normas Internacionales.	
Sulfitos	P o V	Fijar en el sitio con adición de 1 cm <sup>3</sup> de EDTA 2,5% (v/v) por 100 cm <sup>3</sup> de muestra.	Laboratorio	48 h		
Surfactantes catiónicos	V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Lavar el recipiente de vidrio como se describe en ISO 7075-1 y 7075-2. Analizar las muestras tan pronto sea posible. Para prevenir la adsorción en las paredes del recipiente, adicionar en el sitio del muestra 5 mg/l de un surfactante lineal alquilatosilato no iónico.	
Surfactantes aniónicos	V	Acidificar a pH = 2 con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Lavar los recipientes de vidrio como se describe en ISO 7075-1 y analizar lo más pronto posible.	
Surfactantes no iónicos	V	Adicionar formaldehído al 40% (v/v), hasta tener una solución al 1% (V/V); refrigerar entre 2°C y 5°C, asegurarse que el recipiente está completamente lleno.	Laboratorio	1 mes	Lavar los recipientes de vidrio como se describe en ISO 7075-2 y analizar lo más pronto posible.	
Sólidos en suspensión y sedimentables	P o V	—	Laboratorio	24 h	El análisis se debe realizar lo más pronto posible y de preferencia en el sitio.	

(Continúa)



(Continuación tabla 1)

Estado	P o VB	Ver	Aluminio	No usar HNO <sub>3</sub> si están presentes compuestos orgánicos estofosos usar ácido acético para la preservación del estado total, si se especifica congelar y analizar lo más pronto posible	
Dureza total	P o VB		ver	calcio	974
Sólidos totales (extracto seco)	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	
Turbidez	P o V	—	Laboratorio	24 h	Si análisis realizar de preferencia en el sitio del muestreo
Uranio	P o VB			Ver Aluminio	
Zinc	P o VB			Ver Aluminio	981

**TABLA 2 - Distribución de los parámetros de análisis según el tipo de preservación y conservación usado (anexo a la tabla 1)**

Preservación por	Recomendado para	No recomendado para
Alcalinización a pH > 11	Ioduros	La mayoría de los compuestos orgánicos, metales pesados en estados de oxidación menor. Algunos metales que forman aniones solubles a estados de oxidación altos (dependiendo del anión presente consultar las tablas de solubilidad)  Amoniacolamonió Aminas y amidas Fósforo total Hidrazina Hidroxilamina
Acidificación a pH < 2	Metales alcalinos  Aluminio  Amonio (pero no si se requiere por separado el amonio libre y el total)  Aniónico  Metales alcalinotérreos  Nitrato  Dureza total  Fósforo total  Metales pesados	Cianuros  Sulfuros  Carbonatos, bicarbonatos, dióxido de carbono  Sulfatos, dióxido de azufre  Tiosulfatos  Nitratos  Pentoxidos (si la técnica indica) Surfactantes y detergencia  Hexametildiamina  No usar ácido sulfúrico para Calcio, Estroncio, Bario, Radio y Plomo  No usar ácido clorhídrico para Plata, Talio, Plomo, Bismuto, Mercurio(II) y Antimonio  No usar ácido nítrico para estaño

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Conservación por	Recomendado para	No recomendado para
Refrigeración de 2°C a 5°C	<p>           Ácidos, alcalinidad            Amonio            Bromo y sus compuestos            Clorofila            Ioduros            Nitrógeno ( Kjeldahl)            Conductividad            Nitrato            Nitrito            Olor            Ortoboratos            Plátano            Sulfatos            Surfactantes catiónicos            Residuo seco            Sólidos totales            Bioensayos         </p>	
Congelamiento a -20°C	<p>           Clorofila            DCO              Bioensayos análisis de toxicidad            Carbón orgánico              Índice de permanganato         </p>	<p>           No recomendable para biota si se hace una distinción entre la biota del líquido y las células contenidas en la biota.              Gases disueltos.              Para identificación de microorganismos.              Pueden ocurrir cambios en varios solutos, lo que requiere de homogenización luego del descongelamiento.              Puede ocurrir precipitación (y polimerización) dificultando el análisis.              Recíprocamente algunos polímeros depolimerizan. Las recomendaciones se deben evaluar antes del uso rutinario.         </p>

**TABLA 3 - Técnicas generales recomendadas para la conservación de muestras para el análisis Microbiológico**

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente	Técnica de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis	Observaciones	Método de ensayo NTE INEN
Recuento de aerobios mesófilos Coliformes totales Coliformes termotolerantes Enterococos fecal Salmonella Shigela etc.	Recipiente estéril	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	6 h (agua potable, agua superficial, de pozo y lodas)	<p>Para aguas clorinadas o bromatadas la muestra se debe recoger en un frasco que contenga (antes de esterilizar) tiosulfato de sodio (0,1 cm<sup>3</sup> de una solución al 10% de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) por cada 125 cm<sup>3</sup> de muestra).</p> <p>Para aguas que contengan concentraciones de metales pesados superiores a 0,01 mg/l, adicionar al recipiente (antes de esterilizar) 0,3 cm<sup>3</sup> de EDTA al 10 % por cada 500 cm<sup>3</sup> de muestra (ver 4.6).</p>	1 205

(Continúa)

**TABLA 4 - Técnicas generales recomendadas para la preservación de muestras para análisis Biológico**

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente Pe plástico Ve vidrio VBe vidrio Boroal- liatado	Técnicas de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación antes del análisis	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
<b>Cantidad e identificación</b>						
Sedimento blático, macro invertido	P o V	Adicionar etanol al 70 % (v/v)	Laboratorio	1 año	El agua de las muestras se debe decantar para aumentar la concentración del preservante	
-sedimento abundante		Adicionar 40 cm <sup>3</sup> de formaldehído al 40 % (v/v) neutralizado con borato de sodio.	Laboratorio	1 año		
-sedimento escaso	V	Transferir a una solución preservante de etanol al 70 %, formaldehído al 40% y glicerol (en proporciones 100+2+1 respectivamente)	Laboratorio	Indefinidamente	Se requieren de métodos especiales para los grupos de Invertebrados que se deforman por el tratamiento normal de preservación (p.e. platelmintos)  Precaución: cuidarse de los vapores de formaldehído. No almacenar muchas muestras en el área de trabajo	
<b>Perifiton</b>	V	Adicionar una parte por volumen de Lugol para 100 partes de volumen de muestra.	Laboratorio	1 año	Guardar las muestras en la oscuridad	
<b>Fitoplancton</b>	V	Ver perifiton	Laboratorio	1 año	Guardar las muestras en la oscuridad	
<b>Zooplankton</b>	V	Adicionar formaldehído al 40 % para tener formalina al 4% o adicionar solución de Lugol como para el Perifiton	Laboratorio	1 año	La adición de una mayor cantidad de Lugol puede ser necesaria si ocurre decoloración	

(Continúa)

(Continuación Tabla 4)

Sedimento húmedo y sedimento seco						
Sedimento bántico o macro invertebrados	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	En el sitio o en el laboratorio	24 h	No congelar a -20°C. Realizar el análisis antes de las 24 h.	
Macrofitos						
Perifiton						
Fitoplancton						
Zooplancton						
Peces		—	En el sitio			
Cenizas del sedimento						
Sedimento bántico o macro invertebrados	P o V	Filtrar y refrigerar entre 2 °C y 5°C	Laboratorio	2 semanas		
Macrofitos						
Perifiton						
Fitoplancton						
Análisis de toxicidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El período de conservación varía de acuerdo al método de análisis usado.	
		Congelarse a -20°C	Laboratorio	2 semanas		

(Continúa)

TABLA 5. Técnicas generales recomendadas para la preservación de muestras para el análisis de parámetros Radio-químicos

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente	Técnicas de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de preservación antes del análisis	Recomendaciones	Método de ensayo NTE INEN
Actividad Alfa Actividad Beta (excepto radio-iodo)	P	<p>1. Si se va a determinar la actividad en la materia soluble y en suspensión separadamente, filtrar de inmediato.</p> <p>2. Adicionar 20 cm<sup>3</sup> de ácido nítrico al 50% por cada litro de muestra. El valor del pH debe ser menor que 1.</p> <p>3. Guardar en lugar obscuro a una temperatura entre 2°C y 5°C.</p>	Laboratorio	Lo más pronto posible	<p>Las precauciones de seguridad dependen de la actividad de la muestra.</p> <p>Precaución: El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.</p>	
Actividad Gamma (para isótopos de radón y de yodo radiactivo ver las recomendaciones separadamente)	P	<p>1. Si esta presente materia en suspensión y se necesita las mediciones de la actividad por separado, o los sólidos no están totalmente disueltos, filtrar la muestra y tratar como dos muestras separadas.</p> <p>2. Adicionar cuantitativamente a la muestra una cantidad conocida de una solución que contenga el isótopo no radiactivo de interés. Para muestras que contengan metales, la solución es ácida a pH = 2; el ácido que se emplee no debe precipitar o volatilizar los elementos. Se necesita especial cuidado para los isótopos del radón.</p> <p>3. Guardar en botellas herméticas y en la oscuridad entre 2°C y 5°C.</p>	Laboratorio	Depende de la vida media de los elementos radiactivos de interés. Determinar la vida media tan pronto la muestra necesite ser analizada.	<p>Las precauciones de seguridad y de salud dependen de la actividad de la muestra.</p> <p>Precaución: El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.</p>	

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Radio-iodo	P	1. Ajustar el valor de pH a 0,05/0,1 con la solución de hidróxido de sodio. 2. Adicionar 0,1 g a 0,01 g de yoduro de sodio no radiactivo por litro de muestra. 3. Adicionar de 2 a 4 cm <sup>3</sup> de hipoclorito de sodio [10% (m/m)] por litro de muestra, asegurando un exceso de cloro libre.	Laboratorio	Lo más pronto posible	Las muestras no deben ser ácidas cuando se adiciona el Iodo; (es importante si en la misma muestra se determina actividad alfa y beta).  No se debe usar amonio para alcalinizar la muestra.	
Radio por otros métodos (ver también actividad alfa y beta)	P	1. Como para la actividad alfa y beta. 2. Acidificar a valores de pH menores que 1 con ácido nítrico y anotar el volumen del ácido adicionado.	Laboratorio	Antes de 2 meses.	Las precauciones y cuidados dependen de la actividad de la muestra.  Precaución- El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.	
Isótopos de Radón  Radio por incremento interno de radón.	VII	1. Llenar las botellas sin burbujas y sin espuma, taparlas sin que el tapón toque la superficie del líquido. 2. Si no hay materia sólida, acidificar con ácido nítrico hasta un valor de pH menor a 2. 3. Transportar y guardar a temperatura ligeramente inferior que la temperatura a la que fueron tomadas las muestras. No congelar.	Laboratorio o en el sitio	Tan pronto sea posible, y dentro de las 48 h tomando en cuenta la vida media.	Los recipientes plásticos pueden ser porosos al radón. Si el radón es gaseoso puede formar aerosoles de polonio, etc.  El manejo cuidadoso es esencial.	
Radio estroncio	P	Como para actividad alfa y beta, pero adicionar una pequeña cantidad de solución no radiactiva de nitrato de estroncio, como acelerador.	Laboratorio	Lo más pronto posible, pero antes de 2 semanas.		
Tritio gaseoso o agua tritiada	VII	Se debe evitar el intercambio atmosférico y la inactivación del agua.	Laboratorio	Tan pronto sea posible, pero antes de 1 mes.		
Radio cesio	P	Verradio estroncio (usar nitrato de cesio como acelerador)	Laboratorio	Antes de 2 semanas.		

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Unario	P	Volumen de muestra entre 1 y 5 litros. Acidificar con ácido nítrico a pH $\leq 1$	Laboratorio	Antes de 2 semanas		
Binario	V8	Volumen de muestra entre 5 y 50 litros. Acidificar con ácido nítrico a pH $\leq 1$	Laboratorio	Antes de 2 semanas		

## NOTAS

1. Se debe evitar la contaminación de la muestra, especialmente si la actividad de la muestra es baja. Algunas muestras presentan lecturas de actividad si permanecen en el sol o el aire. Los laboratorios ordinarios y los radio-químicos, así como algunos artefactos domésticos, pueden contener material radiactivo.
2. Algunas botellas de plástico concentran las muestras paulatinamente debido a que se vuelven permeables al agua. Ver las recomendaciones para radón.
3. Cuando se muestre agua lluvia, (ver ISO 5667-8). Como la recolección de una cantidad suficiente de muestra requiere un período de varios días, anotar la fecha de inicio y finalización de la recolección. Se puede adicionar un acetador o estabilizador para determinadas mediciones.
4. La anotación de la fecha y la hora de muestreo es importante cuando se requiere hacer correcciones por deterioro.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

## Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 970:1984	<i>Agua potable. Determinación del color</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 971:1984	<i>Agua potable. Determinación de la turbiedad método nefelométrico</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 972:1984	<i>Agua potable. Determinación del residuo seco total</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 973:1984	<i>Agua potable. Determinación del pH</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 974:1984	<i>Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 975:1984	<i>Agua potable. Determinación de nitrógeno de nitratos. Método de la brucina.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 976:1984	<i>Agua potable. Determinación de cloruros</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 978:1984	<i>Agua potable. Determinación de sulfatos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 979:1984	<i>Agua potable. Determinación del hierro</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 980:1984	<i>Agua potable. Determinación del arsénico método del dietiltiliocarbamato de plata</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 981:1984	<i>Agua potable. Determinación del zinc</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 982:1984	<i>Agua potable. Determinación de cadmio método de la ditiizona</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 983:1984	<i>Agua potable. Determinación del cromo hexavalente</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 984:1984	<i>Agua potable. Determinación del cobre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 985:1984	<i>Agua potable. Determinación del fluoruro. Método de Spadns</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1102:1984	<i>Agua potable. Determinación del plomo. Método de la ditiizona</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1103:1984	<i>Agua potable. Determinación del magnesio por cálculo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1104:1984	<i>Agua potable. Determinación del manganeso total</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1105:1984	<i>Aguas. Muestreo para examen microbiológico</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1106:1984	<i>Aguas. Determinación del oxígeno disuelto</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1107:1984	<i>Aguas. Determinación del calcio. Método EDTA</i>
ISO 5667-8	<i>Water quality - Sampling - Part 8 Guidance on the sampling of wet deposition.</i>
ISO 7875-1	<i>Water quality - Determination of surfactants. Part 1: Determination of anionic surfactants by the methylene blue spectrometric method.</i>
ISO 7875-2	<i>Water quality - Determination of surfactants - Part 2: Determination of non-ionic surfactants using Dragendorff reagent.</i>

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 5667-3 *Water quality - Sampling - Part 3 Guidance on the preservation and handling of samples. Second edition.* International Organization for Standardization. Geneva, 1994.



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 169	TÍTULO: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.	Código: AL 01.06-202
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1997-06-09	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización por Acuerdo No.                      de publicado en el Registro Oficial No.                      de  Fecha de iniciación del estudio:	

Fechas de consulta pública: de

Subcomité Técnico: AGUAS  
Fecha de iniciación: 1997-06-09  
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 1997-07-24

## NOTES

Sr. Hassan Beadach (Presidente)  
Dra. María Augusta Sánchez  
Dr. Vicente Parreño  
Dra. Alexandra Levoyer  
Dra. Magda Salas  
Dr. Hernán Ríosno  
Dra. Piedad Enriquez  
Dr. Gonzalo Acosta  
Ing. Oswaldo Romero  
Ing. Julio Espinosa  
  
Ing. Mario Oñate  
Ing. Marcelo Soria  
Dra. Paulina Reyes  
Dr. Angel Buenaño  
Dra. Blanca Viera  
Ttra. María Dávalos (Secretaría Técnica)

**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

FRUIT - IMPERIAL  
FRUIT - IMPERIAL  
E.M.A.AP-Q  
INDEGA  
MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN DE HIGIENE MUNICIPAL  
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE  
TESALIA  
COLEGIO DE INGENIEROS DE ALIMENTOS  
MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR  
INDUSTRIALIZACIÓN Y PESCA  
POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
COLEGIO DE BIOQUÍMICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS U.C.  
INEN  
INEN

**Citrea trilineata**

**CARÁCTER:** Se recomienda su aprobación como: VOLUNTARIA

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de  
1998-10-08 como: Voluntaria

Oficializada como: VOLUNTARIA  
Por Acuerdo Ministerial No. 980137 de 1998-11-11  
Registro Oficial No. 70 de 1998-11-19

**Anexo D:** NTE INEN 1105:1983 Agua. Muestreo para Examen Microbiológico.



Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1105:1983**

---

**FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-10-29**

## **AGUAS. MUESTREO PARA EXÁMEN MICROBIOLÓGICO**

**Primera edición**

WATERS. SAMPLE FOR MICROBIOLOGICAL EXAMINATION

First edition

---

DESCRIPTORES: Agua potable, muestreo examen microbiológico  
AL 01.06-201  
CDU: 649.61  
ICS: 13.060.20

Norma Técnica Ecuatoriana	<b>AGUAS</b> <b>MUESTREO PARA EXAMEN MICROBIOLÓGICO</b>	<b>NTE INEN</b> <b>1105</b> <b>1983-12</b>
<p style="text-align: center;"><b>0. INTRODUCCION</b></p> <p>0.1 El muestreo necesita una serie de cuidados y precauciones que se requieren observar minuciosamente, para que los resultados finales sean lo más exactos posible, teniendo tanta importancia la recolección, almacenamiento, transporte y preparación de la muestra como el análisis mismo.</p> <p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece criterios generales que deben observarse en el proceso de recolección, almacenamiento, transporte y preparación de la muestra de agua para análisis microbiológico.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. EQUIPO</b></p> <p>2.1 Frascos adecuados para la recolección de la muestra, esterilizables y protegidos convenientemente.</p> <p>2.2 Aparato de muestreo. Que permita sujetar la botella y extraer mecánicamente el tapón bajo el agua.</p> <p>2.3 Aparato de esterilización; uno de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) estufa de aire caliente, con temperatura regulable entre 160 a 180°C;</li><li>b) autoclave para esterilizar a 121°C;</li><li>c) esterilizador a gas.</li></ul> <p style="text-align: center;"><b>3. REACTIVOS</b></p> <p>3.1 Tiosulfato de sodio. Solución al 10% de <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math>.</p> <p>3.2 Sal tetrasódica del ácido etilendiamino tetra acético. EDTA. Solución al 15%.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. CONSIDERACIONES GENERALES</b></p> <p>4.1 Recipientes. Las muestras para exámenes bacteriológicos deben recogerse con sumo cuidado; el enjuague final debe ser con agua destilada y luego esterilizada como se indica en el Anexo A.</p> <p>4.2 Descloración. Los frascos que se destinan para la recolección de muestras de agua con cloro residual deben llevar un agente desclorador, a no ser que contenga caldo para la siembra directa. El tiosulfato de sodio es un agente de descloración satisfactorio. Su presencia en el momento de la recolección de la muestra de agua clorada neutraliza el cloro durante el tiempo que la muestra se encuentra en tránsito al laboratorio.</p> <p>En tales condiciones, es probable que el examen bacteriológico indique el verdadero contenido bacteriano de la muestra al momento del muestreo. El tiosulfato de sodio se debe agregar al frasco de muestra, limpio y seco antes de la esterilización, en una cantidad que proporcione una concentración aproximada de 100 mg/l. Esta se puede conseguir agregando 0,1 cm<sup>3</sup> de solución de tiosulfato al 10% en un frasco de 120 cm<sup>3</sup>. A continuación, se tapa el frasco, se recubre y se esteriliza en calor seco o húmedo.</p>		

**4.3 Reducción de la toxicidad de aguas contaminadas con metales.** Las muestras de agua que contienen alta concentración de cobre, zinc y metales pesados, deben recogerse en botellas de muestreo que contengan un agente complexométrico que reduzca la toxicidad metálica. Esto es significativo si el período de tránsito al laboratorio es de 24 horas o más. La sal tetrasódica del ácido etilendiamino tetraacético es un agente complexométrico conveniente. Una concentración adecuada es de 375 mg/l. El EDTA puede añadirse a la botella sólo antes de la esterilización (0,3 cm<sup>3</sup> de una solución al 15% en una botella de 120cm<sup>3</sup>) o junto con el tiosulfato de sodio mezclados antes de la adición.

**4.4 El volumen de la muestra debe ser suficiente para realizar todos los ensayos que se requieren, de preferencia no menor de 100 cm<sup>3</sup>.**

**4.5 Datos de identificación.** Todas las muestras deben ir acompañadas de datos completos y exactos de identificación y descripción. No se debe aceptar muestras que no se identifiquen de esta forma.

## 5. PROCEDIMIENTO

**5.1 Procurar que las muestras sean, en realidad, representativas del agua en estudio, que no se contaminen en forma alguna después del muestreo antes del examen.**

**5.2 No destapar el frasco de muestra sino hasta el momento del muestreo.** Quitar el tapón con todo cuidado para evitar que se ensucie; durante el muestreo no tocar el interior, el tapón ni la boca del frasco; debiéndose protegerlos de la contaminación. Tomar el frasco cerca de su base y la muestra sin enjuagar, volviendo a taparlo inmediatamente.

**5.3 Cuando se toma la muestra, dejar un espacio de aire en el frasco, para facilitar el mezclado de la muestra por agitación, como paso previo al examen.**

**5.4 Muestra de una red de distribución.** Si se trata de tomar una muestra de un grifo del sistema de distribución, comprobar primero que el grifo escogido suministra agua directamente de una tubería de la red, a través de una línea de servicio, que no abastece, por ejemplo, de una cisterna o de un tanque de almacenamiento. Abrir completamente el grifo y dejar que el agua fluya al drenaje por 2 o 3 minutos, o por el tiempo suficiente para permitir la purga de la línea de servicio. En el momento del muestreo, restringir el flujo de la llave, para que pueda llenarse el frasco sin salpicaduras. Evitar como puntos de muestreo grifos con fugas.

**5.5 En muestreos directos de ríos, arroyos, lagos, reservorios, manantiales o pozos poco profundos, el propósito debe ser obtener una muestra representativa, tomada a una profundidad conveniente.** No es recomendable captar las muestras demasiado cerca de las márgenes. La localización de los sitios y la frecuencia del muestreo son factores críticos para obtener información real sobre la población bacteriana en cualquier cuerpo de agua. Una toma simple o sin un plan de muestreo, de un río, arroyo o lago, puede recolectarse a menudo para satisfacer requerimientos u obtener datos de control. La muestra debe tomarse cerca de la superficie. Las muestras de ríos, arroyos, lagos o reservorios, pueden tomarse asiendo con la mano el frasco, cerca de su base, y sumergiéndolo abajo de la superficie, con la boca hacia abajo. En este momento, se invierte el frasco para que la boca quede ligeramente hacia arriba y en sentido opuesto a la corriente; si no existe corriente como en los reservorios, crearla artificialmente empujando el frasco en dirección opuesta a la de la mano. Si no es posible la recolección de muestras en estas condiciones, se puede fijar un lastre a la base del frasco, al que se hace descender en el agua. En cualquier caso, procurar no alterar las márgenes y el lecho; pues, en otra forma, se ensucia el agua. Para tomar muestras profundas en lagos o reservorios se necesitan aparatos especiales que permitan la remoción mecánica de la tapa debajo de la superficie. El muestreo de sedimento del fondo también requiere aparatos especiales.

**5.6 Si va a muestrearse un pozo provisto con una bomba de mano, se debe bombear el drenaje, por unos 5 minutos, antes de tomar la muestra.** Si el pozo se encuentra provisto de una bomba mecánica, tomar la muestra de una llave de descargue. Si no se cuenta con un equipo de bombeo, tomar la muestra directamente del pozo por medio de un frasco estéril lastrado; en este caso, evitar la contaminación de la muestra por las natas superficiales.

5.7 Para estudios amplios en los cuales va a determinarse la fuente y el grado de contaminación, tomar muestras representativas, considerando el sitio, el método y el tiempo de muestreo. En muchos casos, el número de puntos de muestreo depende de las limitaciones físicas del laboratorio, detección del máximo de contaminación y frecuencia del muestreo. El número de muestras depende de si el objetivo es medir el ciclo de la contaminación, la duración o el promedio de la contaminación. Los puntos para medir la contaminación máxima o el ciclo de ella deben estar ubicados bajo el sitio donde se origina la contaminación. El muestreo debe hacerse tan frecuentemente como sea posible. El punto para tomar muestras para evaluar la contaminación media, debe ser agua abajo, lo suficiente para asegurar la mezcla completa de la contaminación y el agua, muestreando sin excluir todas las variaciones que pueden ocurrir, pero, minimizando cualquier fluctuación estrecha en la calidad. En este caso, el muestreo no necesita ser tan frecuente como cuando va a determinarse el ciclo de contaminación. Las muestras deben tomarse en todo lo ancho del arroyo en puntos que dependen del objetivo del análisis. Evitar zonas de remansos. Puede tomarse una sola muestra superficial en todo el cauce.

5.8 **Preservación y almacenamiento.** El examen bacteriológico de las muestras de agua, iniciar inmediatamente después de su recolección para evitar cambios impredecibles. Si la muestra no se puede procesar dentro de una hora después de la recolección, transportarla en un porta muestras con hielo. La temperatura de toda muestra de agua contaminada debe ser inferior a 10°C durante un tiempo máximo de 6 horas de transporte. Estas muestras deben ser refrigeradas, una vez recibidas, en el laboratorio procesadas en dos horas. Cuando, por las condiciones locales, el tiempo de envío al laboratorio es mayor de 6 horas, debe considerarse el análisis de campo, localizado en el sitio de la recolección, o por el uso de un método tentativo de incubación diferida para el grupo coliforme. El lapso entre la recolección de la muestra y el análisis en ningún caso debe ser mayor de 30 horas. El tiempo y la temperatura de almacenamiento de todas las muestras deben registrarse y tomarse en cuenta en la interpretación de los resultados.



**ANEXO A****LAVADO Y ESTERILIZADO**

**A.1 Lavado.** Lavar todo el material de vidrio con un detergente conveniente y agua caliente; enjuagar con agua caliente para remover todas las trazas de residuos de los materiales que se hayan utilizado en el lavado y, finalmente, enjuagar con agua destilada. Si se utiliza una máquina de lavar, la instalación de cañerías de entrada deberá ser preferentemente de acero inoxidable u otro material no tóxico. No se debe usar cañerías de cobre para la distribución de agua destilada.

**A.2 Esterilización.** Excepto cuando se encuentre en recipientes metálicos, la cristalería se debe esterilizar mínimo por 80 minutos a una temperatura de 170°C, a menos que se conozca con certeza, por medio de termómetros registradores que la temperatura es uniforme en la estufa, en cuyo caso se puede aplicar una temperatura de 160°C. La cristalería en recipientes metálicos debe esterilizarse a 170°C por lo menos dos horas. Los frascos de muestreo, con excepción de los plásticos, pueden esterilizarse como se señaló antes, o pueden tratarse en autoclave a una temperatura de 120°C por 15 minutos. Las botellas plásticas pueden esterilizarse en autoclave, a una temperatura de 121°C, por un intervalo mínimo de 10 minutos.

## APÉNDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Standard Methods for the examination of water and wastewater. *900 Microbiological Examination*. 14<sup>th</sup> Edition, 1975.

## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b>	<b>TÍTULO:</b> AGUAS. MUESTREO PARA EXÁMEN	<b>Código:</b>
NTE INEN 1105	MICROBIOLOGICO	AL 01.06-201

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. publicado en el Registro Oficial No.  Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: 1982-03-08-14 a 1982-04-21

Subcomité Técnico de: **AL 01.06 AGUA POTABLE**

Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1983-02-24  
 Integrantes del Subcomité:

### NOMBRES:

Dr. Hernán Ríofrío  
 Dr. José E. Marcos  
 Sra. Rita de Meneses  
 Dra. Ligia de Arcantales  
 Dra. Carlota Naranjo  
 Dra. Mercedes Reyes Vera

Dr. Gonzalo Sandoval  
 Dr. Hernán Miño  
 Dr. Ramiro Gallegos

### INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

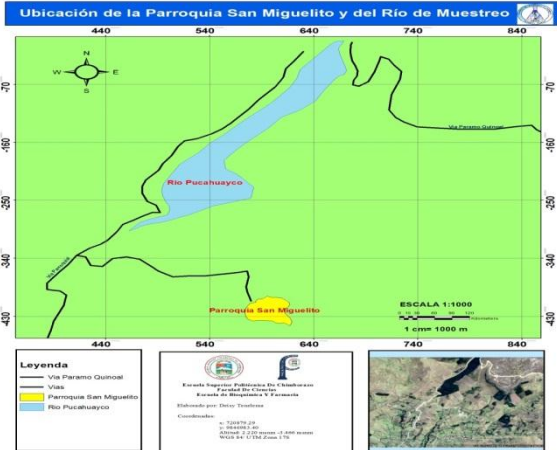



INERHI  
 EMAP-GUAYAQUIL  
 CERVECERIA ANDINA  
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE-QUITO  
 UNIVERSIDAD CATOLICA-QUITO  
 INSITUTO NACIONAL DE HIGIENE-  
 GUAYAQUIL  
 EMAP-QUITO  
 CENDES  
 INEN

Otros trámites: 44 Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20



**Anexo E:** Red de distribución de la parroquia San Miguelito

**Anexo F:** Lugares donde se realizó la toma de muestra

LUGARES DE TOMA DE LA MUESTRA	
<div><p><b>Ubicación de la Parroquia San Miguelito y del Río de Muestreo</b></p><p><b>Leyenda</b></p><ul style="list-style-type: none"><li>Via Paramo Quinori</li><li>Vías</li><li>Parroquia San Miguelito</li><li>Rio Pucahuayco</li></ul><p>Escuela Superior Politécnica del Muestreo Escuela de Ingeniería y Tecnología Elaborado por Deisy Tenelema Coordenadas: 440 540 640 740 840 Escala: 1:1000 1 cm = 1000 m</p></div>	<p>Ubicación de los puntos de muestreo</p>
<div></div>	<p>Río Pucahuayco</p> <p>Vertientes Sixe 1 – Sixe 2</p>



Rompe presión San Jacinto



Tanque de llegada del Río



Tanque de llegada de las  
Vertienetes



Salida de la bandejas

Canaleta Parshall

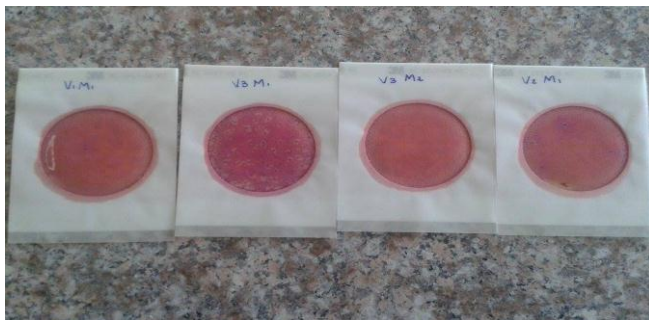
	
 	<p>Tanque de almacenamiento del agua potable</p> <p>Salida a los domicilios</p>
	<p>Red de distribución Domiciliar norte, centro y sur</p>



 	
<b>PRUEBAS FISICO QUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS</b>	
 	<p>Determinaciones Físicas <i>in situ</i> del agua: conductividad, pH, sólidos totales disueltos</p> <p>Determinaciones Químicas <i>in situ</i> del agua: cloro libre residual</p>



Determinaciones Químicas del  
agua-Laboratorio de Análisis de  
Aguas de la Facultad de Ciencias



Determinación Microbiológica del  
agua- Laboratorio de Análisis de  
Aguas de la Facultad de Ciencias



